



**CARLA MARINA
SILVA CARVALHO**

**MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL:
IMPLEMENTAÇÃO NA SIMOLDES PLÁSTICOS, SA**



**CARLA MARINA
SILVA CARVALHO**

**MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL:
IMPLEMENTAÇÃO NA SIMOLDES PLÁSTICOS, SA**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Doutora Marlene Paula Castro Amorim, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família pelo incansável apoio.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Leonor da Conceição Teixeira
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof.^a Doutora Patrícia Helena Ferreira Lopes Moura e Sá
professora auxiliar da Universidade de Coimbra

Prof.^a Doutora Marlene Paula Castro Amorim
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço à minha irmã e aos meus pais que permitiram a minha evolução académica e sempre me apoiaram durante o meu percurso académico, dando-me confiança e incentivando-me nos momentos mais difíceis. Não esquecendo, também, todos os meus amigos que fizeram parte durante os últimos cinco anos, quer de Aveiro, quer de Coimbra.

Gostaria de agradecer também, à Prof. Marlene Amorim, orientadora deste projeto, por todo o apoio e ajuda na sua orientação.

Um muito obrigado, à Simoldes Plásticos pela sua abertura e disponibilidade de todos os meios necessários para a realização deste projeto.

Por último, gostaria de agradecer ao Eng^o Pedro Fonseca, orientador de estágio na Simoldes Plásticos, pela sua partilha de conhecimento e apoio prestado, assim como, aos colaboradores da Simoldes Plásticos, que me ajudaram a executar as tarefas pretendidas.

palavras-chave

Manutenção Produtiva Total, Melhoria Contínua, Qualidade, Qualidade Total

resumo

O presente trabalho descreve um projeto de implementação da metodologia de Manutenção Produtiva Total (TPM) desenvolvido na Simoldes Plásticos, unidade industrial de injeção de plásticos que opera no setor automóvel.

A metodologia TPM salienta o papel fundamental que o trabalho em equipa e, em particular, a participação do pessoal, podem desempenhar na identificação de oportunidades de melhoria e na sua implementação. A sua aplicação visa a diminuição dos desperdícios, acidentes, defeitos, paragens e falhas ao longo de um processo produtivo.

De uma forma geral, a TPM utiliza uma ideia base elementar que passa pela sensibilização, formação e treino dos operadores para que estes consigam realizar a manutenção autónoma dos equipamentos e melhorar continuamente o seu desempenho.

Este trabalho apresenta em primeiro lugar uma revisão dos conceitos de Gestão da Qualidade Total, particularmente da Melhoria Contínua e da Metodologia TPM. De seguida, é descrita a aplicação da TPM na empresa Simoldes Plásticos, que inclui uma descrição dos principais problemas encontrados e das medidas aplicadas para a sua correção. Finalmente é feita uma análise do impacto das melhorias implementadas, a partir da análise de um indicador de eficiência específico, desenvolvido na empresa - o RU_{TPM} - Rendimento de Utilização TPM.

keywords

Total Productive Maintenance, Continuous Improvement, Quality, Total Quality

abstract

This work describes the implementation of Total Productive Maintenance (TPM) methodology at Simoldes Plásticos, an industrial unit of plastics injection which operates in the automotive sector.

TPM is a methodology that aims to increase the availability of existing equipment that underlines the importance of teamwork, notably the involvement of the operational staff, for the identification of opportunities for improvement, as well as for the effective implementation of continuous improvement actions. Overall, TPM goals include the reduction of waste, accidents, defects, and any failures in production equipments.

The implementation of TPM relies on solid practices for raising employees' awareness about their key role in achievement of continuous improvement. As such it requires the enrollment and the training of employees, to enable them to engage in autonomous maintenance routines for guaranteeing the continuous improvement of production equipments.

This work provides an overview of the concepts of Total Quality Management, including a review of Continuous Improvement tools and of the approach of TPM. Building on this conceptual background, the work describes the implementation of TPM in Simoldes Plásticos, providing: a description of the main problems identified in the production equipments, as well as of the actions implemented to eliminate them. Finally the work presents a discussion about the impacts of the continuous improvement actions that were implemented, notably by analyzing an efficiency measure developed by the company, the RU_{TPM}, which captures improvements in the availability of the equipments.

Índice

Índice.....	i
Índice de Figuras.....	iii
Índice de Quadros	iii
Índice de Gráficos	iii
Tabela de abreviaturas.....	iv
Capítulo 1 - Introdução.....	1
Parte I – Enquadramento Conceptual.....	3
Capítulo 2 - Qualidade: conceito e evolução	4
<i>Definição de Qualidade</i>	4
<i>Contextualização Histórica</i>	4
<i>Contributos dos principais Gurus</i>	6
<i>Custos da Qualidade</i>	9
Capítulo 3 - A Gestão da Qualidade.....	12
3.1 Qualidade Total	12
<i>Foco no cliente e nas partes interessadas</i>	12
<i>Foco na participação e trabalho em equipa</i>	13
<i>Foco no processo de melhoria contínua</i>	14
3.2 Manutenção Produtiva Total (TPM).....	16
<i>Evolução do conceito TPM</i>	16
<i>Conceito e Objetivos da TPM</i>	17
<i>Contribuição da TPM para a Melhoria Contínua</i>	18
<i>Pilares da TPM</i>	20
Parte II – Aplicação da metodologia TPM na empresa Simoldes Plásticos, SA	25
Capítulo 4 - Caraterização da empresa.....	26
<i>Grupo Simoldes</i>	26
4.1 Simoldes Plásticos, SA	27
<i>Layout da fábrica</i>	29

<i>Processo Produtivo</i>	30
<i>Ferramentas de melhoria contínua</i>	31
<i>Importância da TPM na Simoldes Plásticos</i>	32
Capítulo 5 - Implementação da TPM na Simoldes Plásticos, SA	33
<i>Etapas de implementação da TPM</i>	33
<i>Indicador de Eficiência</i>	38
5.1 Descrição dos problemas e ações de melhoria implementadas na KM 300I	40
5.2 Descrição dos problemas e ações de melhoria implementadas na nave 5	43
5.3 Análise e discussão dos resultados da implementação da TPM	55
<i>Resultados obtidos na KM 300I</i>	55
<i>Resultados obtidos na fábrica</i>	56
Capítulo 6 - Conclusão	58
Referências Bibliográficas	59
Anexos	62
Anexo 1 – Calendarização da implementação da TPM na SP	63
Anexo 2 – Exemplo de uma folha de assinatura da formação do PMA	64
Anexo 3 – Exemplo de um folheto de instrução para realização do PMA	65
Anexo 4 – Exemplo de um cartaz colocado junto ao equipamento durante a implementação da TPM nessa máquina	67
Anexo 5 – Exemplo de um <i>checklist</i> de inspeção inicial preenchido	68
Anexo 6 – Exemplo de uma folha de registo semanal do responsável de módulo	69

Índice de Figuras

Figura 1: Fases de evolução da Qualidade	5
Figura 2: W.Edwards Deming	7
Figura 3: J. M. Juran	8
Figura 4: P. B. Crosby.....	9
Figura 5: Ciclo PDCA.....	15
Figura 6: Pilares da TPM sugeridos pelo JIPM	20
Figura 7: Localização da divisão de Plásticos	26
Figura 8: Fábrica Simoldes Plásticos em Oliveira de Azeméis	27
Figura 9: Exemplos de peças produzidas na SP	28
Figura 10: Organigrama da produção	29
Figura 11: <i>Layout</i> da fábrica Simoldes Plásticos, SA	29
Figura 12: Partes constituintes de uma máquina de injeção	30
Figura 13: Reunião em sala com equipa TPM.....	33
Figura 14: <i>Checklist</i> de inspeção inicial.....	34
Figura 15: Plano de ações.....	37
Figura 16: Plano de Manutenção Autónoma	37
Figura 17: Paragens da fábrica	39

Índice de Quadros

Quadro 1: Indicador de eficiência usado na empresa.....	38
Quadro 2: Ilustração de alguns problemas identificados e melhorias introduzidas na KM 300 I.....	41
Quadro 3: Ilustração de alguns problemas identificados e melhorias introduzidas na nave 5.....	44

Índice de Gráficos

Gráfico 1: RU_{TPM} KM 300I	55
Gráfico 2: RU_{TPM} fábrica.....	56

Tabela de abreviaturas

Abreviatura	Designação
EUA	Estados Unidos da América
JIPE	<i>Japan Institute of Plant Engineers</i>
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
NOK	Não conforme
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OK	Conforme
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PM	Manutenção preventiva
PMA	Plano de Manutenção Autônoma
RQL	Rendimento Qualitativo
RQT	Rendimento Quantitativo
RU	Rendimento de Utilização
RU_{TPM}	Rendimento de utilização TPM
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
SP	Simoldes Plásticos
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

Capítulo 1 - Introdução

Atualmente, o ambiente competitivo estimula as empresas para a melhoria contínua dos produtos e processos. A garantia de Qualidade é fator fundamental para os clientes, pelo que as empresas perseguem o objetivo de assegurar ao cliente um bom desempenho, procurando responder às necessidades do mercado de forma rápida e eficaz. A capacidade de atingir estes objetivos requer instalações produtivas adequadas e equipamentos com um bom rendimento operacional, o que exige um contínuo aperfeiçoamento dos métodos, da gestão das pessoas, dos equipamentos e dos recursos em geral.

A Gestão da Qualidade Total, salienta o papel fundamental que o trabalho em equipa e, em particular, a participação do pessoal, podem desempenhar na identificação de oportunidades de melhoria e na sua implementação. De acordo com esta abordagem, procura-se o aperfeiçoamento contínuo dos sistemas e dos processos, através de práticas sistemáticas de análise, executadas diretamente pelo pessoal envolvido na produção (Evans & Lindsay, 2011).

Este trabalho descreve o desenvolvimento de um projeto de Manutenção Produtiva Total (TPM) levado a cabo na empresa Simoldes Plásticos, atualmente dedicada à produção de componentes para o setor automóvel.

O trabalho desenvolvido teve como objetivo a diminuição de todos os desperdícios, defeitos, paragens, falhas e quebras no processo produtivo de injeção de plástico numa das naves de produção da empresa, através do uso da metodologia TPM.

A implementação da TPM contempla várias etapas, desde o envolvimento de toda a organização (ex. realização de reuniões com os operadores dos equipamentos), até à implementação de planos de manutenção autónoma que promovem a responsabilização dos operadores pelo seu equipamento.

O trabalho desenvolvido permitiu diversas melhorias ao nível da manutenção do equipamento (ex. resolução de fugas de óleo), da diminuição de paragens (ex. substituição da tremonha), e do aumento da segurança dos operadores (ex. colocação de escadas e corrimão para aceder à parte superior do equipamento). Os resultados do trabalho também se traduzem a nível quantitativo, podendo-se observar melhorias graduais ao longo do tempo no desempenho do equipamento.

O presente trabalho está organizado em duas partes. Uma primeira ao longo da qual se realiza uma revisão de literatura sobre a Gestão da Qualidade Total, nomeadamente sobre Melhoria Contínua e a metodologia TPM. A segunda parte do trabalho é dedicada a apresentar a aplicação da metodologia TPM no contexto da Simoldes Plásticos.

O trabalho é composto por seis capítulos, incluindo este primeiro de introdução que enquadra o projeto de um modo geral.

O capítulo 2, “Qualidade: conceito e evolução”, apresenta algumas definições de Qualidade, uma contextualização histórica acerca da evolução da Qualidade, incluindo a descrição dos seus principais precursores, assim como, dos custos associados à não Qualidade.

O capítulo 3, “A Gestão da Qualidade”, realiza uma abordagem à Qualidade Total, focando um dos seus princípios, a melhoria contínua e por último, descrevem-se os pontos chave da metodologia TPM.

O capítulo 4, “Caraterização da empresa”, faz uma descrição da empresa Simoldes Plásticos, em particular, do processo produtivo e do layout da empresa.

O capítulo 5, “Implementação da TPM na Simoldes Plásticos”, apresenta as etapas necessárias para a aplicação da TPM que foram seguidas na empresa, e descrevem-se alguns dos problemas e as ações de melhorias implementadas. É também feita uma análise aos resultados obtidos com a implementação da TPM, a partir de indicadores de desempenho padrão.

Finalmente o capítulo 6, “Conclusão”, expõe as conclusões finais no âmbito do trabalho desenvolvido.

Parte I – Enquadramento Conceptual

Capítulo 2 - Qualidade: conceito e evolução

Definição de Qualidade

A Qualidade tem sido alvo de interesse de múltiplos atores e estudiosos, e tem sido definida de diversas formas. A definição de Qualidade não é universal, tem evoluído ao longo do tempo para acompanhar as constantes mudanças do mercado.

Deming citado por Gomes (2004, p.13) define Qualidade “como a conformidade de um produto com as especificações técnicas que lhe foram atribuídas”, enquanto que, Juran citado por Venkatraman (2007, p.2) afirma que “Qualidade é aptidão ao uso” e Crosby citado por Pires (2009, p.15) afirma que a “Qualidade é livre”. Para além, das definições dos principais precursores da Qualidade existem outras inúmeras das quais se destacam algumas de seguida.

Segundo Goetsch & Davis (1997, p. 3) “ a Qualidade é um estado dinâmico associado a produtos, serviços, pessoas, processos e ambientes que atendem ou excedem expectativas”. No entanto, Gomes (2004) define Qualidade como algo que afeta a vida de cada um de nós e a vida das organizações de uma forma positiva. Duarte (2009) afirma ainda que a Qualidade pretende exceder as expectativas do cliente ao menor custo.

Apesar das diferenças é possível identificar alguns consensos que atravessam as várias definições da Qualidade, sendo o principal o foco no cliente. Normalmente o conceito de Qualidade mais usual relaciona-se com: a perfeição, consistência, eliminação de desperdícios, velocidade de entrega, fabricação de um bom produto, conformidade com as políticas e procedimentos e fundamentalmente com a satisfação total do cliente (Evans & Lindsay, 2011).

Ao longo do tempo a Qualidade tem evoluído para passar a focar os problemas de conceção, e não apenas os problemas na produção. O objetivo é diagnosticar e intervir ao nível de incorreções na identificação das necessidades dos consumidores, e de problemas na tradução dessas necessidades em especificações de produção.

De um modo geral, o principal objetivo da Qualidade é satisfazer e exceder as expectativas dos clientes, através do aumento da produtividade das organizações e consequentemente, a diminuição dos custos totais de Qualidade (Gouveia, 2007).

Contextualização Histórica

Nas últimas décadas a preocupação com a Qualidade tem crescido gradualmente, mas esta é tão antiga como o Homem (Soares, 2004).

A Qualidade já era uma preocupação das civilizações Egípcias, Gregas e Romanas. Nestas civilizações existiam artesões que concentravam em si as responsabilidades de concepção, produção, venda, e assistência pós venda (Sousa,2009).

Com o aumento populacional houve necessidade dessas responsabilidades não estarem depositadas nos próprios artesões mas em oficinas. Estas oficinas eram constituídas por um mestre que chefiava a oficina, o ajudante do mestre que realizava as funções delegadas pelo mestre e o aprendiz do mestre que realizava os trabalhos que mais tarde eram verificados por superiores. A atividade de verificação desses mesmos trabalhos passou a ser algo diferenciador no contexto da Qualidade (Sousa, 2009).

Com a Revolução Industrial, passou-se de uma economia predominante agrícola para uma economia industrial dando-se a massificação industrial.

A massificação industrial foi o ponto de partida para a evolução do conceito de Qualidade tal como é entendido atualmente. Hoje em dia, distinguem-se cinco fases que marcaram a evolução do conceito de Qualidade:

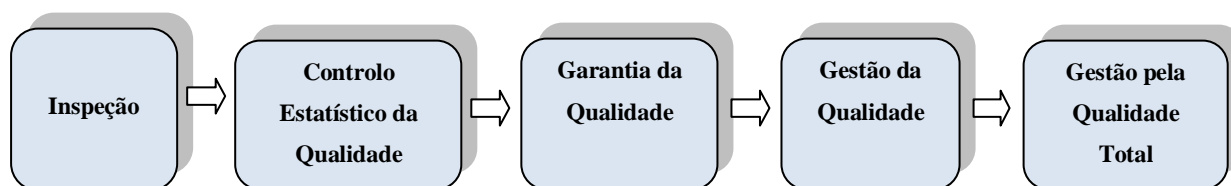


Figura 1: Fases de evolução da Qualidade

Fonte: Pires (2009)

Inspeção - Esta fase coincidiu com o período da 1ª Guerra Mundial, em que o enfoque na Qualidade foi fortemente impulsionado pela importância dos riscos associados à não Qualidade dos produtos no setor dos equipamentos militares. Estas preocupações levaram à implementação de práticas de inspeção dos produtos para verificar se estavam de acordo com as especificações exigidas. Todos os produtos que não estivessem de acordo com as especificações eram geradores de desperdícios.

Controle Estatístico da Qualidade - Esta fase tem início na década de 30 (decorre entre a 1ª Guerra Mundial e a 2ª Guerra Mundial) e foi marcada pela introdução do uso de técnicas estatísticas para a deteção dos produtos defeituosos através da verificação dos possíveis desvios e da medição do desempenho do processo. A utilização dessas técnicas teve como objetivo reduzir o número de defeitos na produção e a melhoria contínua dos processos.

Garantia da Qualidade - Esta fase teve início na década de 50, período em que houve um grande investimento nas indústrias petroquímicas e nucleares, as quais exigiam garantia dos seus produtos. A partir daí, procurou-se identificar quais as causas dos problemas (defeitos), as suas soluções, medindo-se ainda os custos da não Qualidade, uma vez que os compradores se tornavam cada vez mais exigentes e pretendiam garantia de Qualidade dos produtos. A Qualidade começa a ser planeada e controlada para garantir que os produtos se encontrem em conformidade.

Gestão da Qualidade - A década de 70 marca o surgimento de mais uma etapa, em que a Qualidade é orientada pelo principal objetivo da satisfação das necessidades dos clientes. Esta nova abordagem exigiu a introdução de práticas de planeamento e de prevenção transversais a todos os processos e níveis de gestão. A Qualidade passou a ser fator concorrencial.

Gestão da Qualidade Total - Esta fase iniciou-se nos anos 80, altura em que a responsabilidade pela garantia da Qualidade dos produtos foi alargada à participação de todos numa organização, isto é, envolvendo não só os departamentos da Qualidade, mas também fornecedores e clientes. Surge assim uma nova abordagem à Qualidade com novas práticas e ideias.

(Sousa, 2007)

Atualmente, esta visão da Qualidade - Gestão da Qualidade Total – é a que ainda prevalece embora o seu campo de ação se tenha desenvolvido. Hoje em dia, utilizam-se uma diversidade de práticas e ferramentas que incluem, por exemplo o *benchmarking*, ferramentas de controlo de Qualidade, programas de melhoria contínua, o envolvimento de todos os colaboradores, para melhorar a eficácia e flexibilidade dos negócios nas organizações (Seth & Tripathi, 2006).

Contributos dos principais Gurus

Ao longo da história da Qualidade, vários autores deram o seu contributo para o desenvolvimento do conceito de Qualidade. De seguida, são apresentadas de forma resumida, algumas das contribuições nomeadamente a de W. Edwards Deming, J. M. Juran e P. B. Crosby.



Figura 2: W.Edwards Deming

W.Edwards Deming (1900-1993), Figura 2, é considerado o “ Pai da Qualidade”. Frequentou o doutoramento em Física pela Universidade Yale e durante o período de férias participou em estudos sobre o comportamento organizacional. Nesses estudos concluiu que quanto maior a motivação dos empregados maior será a produtividade. Após a conclusão do seu doutoramento trabalhou no departamento de agricultura do governo dos Estados Unidos, durante esse período conheceu Walter A. Shewhart que trabalhava nos laboratórios Bell. Posteriormente, foi professor na Escola de Gestão da Universidade de Nova Iorque e realizou seminários sobre o controlo estatístico da Qualidade destinados a engenheiros e chefes de produção das empresas japonesas. Com a sua longa experiência e conhecimento implementou técnicas de gestão da Qualidade em várias empresas do Japão e Estados Unidos. Através desses estudos conclui que é necessário o empenho contínuo da gestão de topo, porque o esforço dos trabalhadores não é suficiente (Gomes, 2004). Foi ainda o impulsionador do ciclo PDCA ¹ e de 14 princípios na qual assenta a sua filosofia:

1. Criar uma visão consistente para a melhoria de um produto ou serviço;
2. Adotar a nova filosofia e assumir a sua liderança;
3. Terminar com a dependência da inspeção como via para a Qualidade;
4. Minimizar os custos através da seleção de um fornecedor preferencial;
5. Melhorar de uma forma constante e contínua cada processo;
6. Promover a aprendizagem no terreno;
7. Encarar a liderança como algo que todos podemos aprender;
8. Não liderar com base no medo. Evitar um estilo autoritário de gestão;
9. Remover as barreiras entre os distintos departamentos funcionais;
10. Eliminar as campanhas ou slogans com base na imposição de metas;
11. Abandonar a gestão por objetivos com base em indicadores quantitativos;

¹ O ciclo PDCA visa a procura constante de novos métodos de melhoria contínua, recorrendo a quatro fases: *Plan* (Planear), *Do* (Fazer), *Check* (Avaliar) e *Act* (Ação).

12. Encorajar a cooperação e evitar avaliações de desempenho que estimulem competitividades internas;
13. Criar um ambicioso programa de formação e melhoria contínua;
14. Responsabilizar todos pela mudança.

(Pires, 2009)

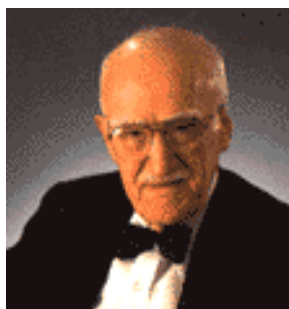


Figura 3: J. M. Juran

J. M. Juran (1904-2008), Figura 3, trabalhou no Departamento de Controlo de Qualidade dos Laboratórios Bell com Walter A. Shewhart e tal, como Deming influenciou o pensamento japonês sobre os sistemas de Qualidade. Juran desenvolveu a abordagem dos custos da Qualidade e criou uma trilogia a qual se designa por “Trilogia da Qualidade” ou “Trilogia de Juran”, esta assenta no:

- Planeamento da Qualidade - processo de preparação para alcançar os objetivos da Qualidade, os quais passam pela identificação dos clientes (internos ou externos), determinar as suas necessidades, criar produtos que satisfaçam essas necessidades e criar processos capazes de satisfazer essas necessidades.
- Controlo da Qualidade - avalia o nível de desempenho atual. Verifica se o nível de desempenho está de acordo com os objetivos fixados, e caso não estejam são tomadas medidas para reduzir a diferença entre os objetivos atuais e os previstos. Através deste controlo é possível assegurar o cumprimento dos padrões de Qualidade e alcançar os objetivos da Qualidade durante as operações.
- Melhoria da Qualidade - consiste na melhoria contínua, para que os níveis de desempenho sejam cada vez maiores. Através da melhoria da Qualidade é possível criar uma equipa de Qualidade, promover a sua formação, rever os sistemas de recompensa para assim aumentar as melhorias.

(Rodrigues,2007)



Figura 4: P. B. Crosby

P. B. Crosby (1926-2001), Figura 4, trabalhou na *Martin Company*, atualmente *Lockheed-Martin Corporation*, empresa que fabricou mísseis para o exército americano. Esta empresa tinha uma reputação de Qualidade baseada na inspeção, certo dia esta empresa comprometeu-se a entregar um míssil sem defeitos e com um prazo de entrega relativamente curto. Como não era possível executar o procedimento de inspeção normal para a garantir a Qualidade, Crosby pediu aos trabalhadores para produzir o míssil com Qualidade e na primeira montagem. Os trabalhadores assim o fizeram e ele afirmou que, produzir bem à primeira depende essencialmente da gestão de recursos humanos da empresa, da motivação dos colaboradores para produzirem com Qualidade e do reconhecimento do seu esforço para melhoria da Qualidade. Deste modo, o seu contributo principal baseia-se no desenvolvimento do controlo da Qualidade. Crosby defende que o incumprimento dos requisitos de Qualidade implica custos, os quais são designados por custos da Qualidade. A máxima de Crosby é atingir os zero defeitos. *Department of Trade and Industry* menciona 4 princípios em que a sua filosofia se baseia, são eles:

- Qualidade define-se com o cumprimento dos requisitos;
- O sistema de Qualidade é a prevenção;
- O standard de produção é o de zero defeitos;
- O preço do incumprimento mede-se pelos custos da Qualidade.

Custos da Qualidade

Um dos principais motivos para o crescimento dos investimentos em programas de melhoria da Qualidade por parte das organizações é a dimensão que os custos associados à não Qualidade podem assumir. Os custos de não Qualidade referem-se a todos os custos que uma organização suporta para obtenção da Qualidade, abrangendo os custos de prevenção, avaliação, anomalias internas e de anomalias externas (Soares,2004).

Segundo Juran (1951) são aqueles custos que não deveriam de existir se o produto fosse fabricado sem defeito na primeira vez.

Em 1951, Juran enunciou quatro principais tipos de custos associados à não Qualidade no seu livro *Quality Control Handbook* : os Custos de Prevenção, os Custos de Inspeção, os Custos de Falhas Internas e os Custos de Falhas Externas. Uma breve descrição destes tipos de custos é apresentada de seguida.

Custos de Prevenção

São custos associados à prevenção, investigação, redução de falhas ou defeitos, antes do produto ser entregue ao cliente. Exemplos:

- Design: é o teste de novos produtos e processos, avaliação e modificação do design dos produtos;
- Treino e formação: consiste na formação sobre Qualidade dada aos colaboradores;
- Controlo do processo: é a recolha e análise de dados, atualização e o desenvolvimento do sistema;
- Reportar: é a partilha da informação com os colaboradores;
- Projetos de melhoria: é a criação de programas para motivar a Qualidade e reduzir o número de produtos defeituosos.

Custos de Inspeção

Estes custos estão associados à medição e avaliação da Qualidade antes do produto ser enviado ao cliente. Exemplos:

- Inspeção dos materiais: no início do processo de fabrico;
- Inspeção final e teste dos produtos;
- Equipamento de teste: calibragem e manutenção do equipamento;
- Materiais e serviços: aproveitamento ou destruição de produtos ou serviços na fase de inspeção.

Custos de Falhas Internas

São os custos que ocorrem dentro da organização, antes do produto pertencer ao cliente, por não se ter conseguido atingir a Qualidade desejada ou especificada e o produto fica defeituoso. Exemplos:

- Desperdício: materiais e trabalho utilizados no fabrico da peça com defeito;
- Re-elaboração: retificação da peça defeituosa;
- Re-teste: inspeção e teste da peça defeituosa;
- Paragem: tempo de paragem não programada do equipamento;

- Reciclagem: quando a peça é defeituosa é necessário reciclar.

Custos de Falhas Externas

Estes custos ocorrem fora da empresa, quando o produto já está na posse do cliente, quando não se atinge a Qualidade desejada ou especificada. Exemplos:

- Reclamações: pesquisa e resolução das acusações/queixas dos clientes;
- Devoluções: recolha e substituição dos produtos defeituosos;
- Custos de garantia: conservar o serviço de garantia;
- Perdas de negócios futuros.

(Gomes, 2004)

Capítulo 3 - A Gestão da Qualidade

3.1 Qualidade Total

A competição entre as organizações exige o aperfeiçoamento contínuo das pessoas, dos processos e do ambiente, e, para este propósito a Qualidade Total tem se afirmado como uma abordagem adequada (Goetsch & Davis, 1997).

Segundo Evans & Lindsay (2011) a Qualidade Total caracteriza-se por princípios, práticas e técnicas. Os princípios são a base da filosofia da Qualidade Total, as práticas são as atividades para implementar os princípios e as técnicas são as ferramentas e as abordagens que auxiliam os gestores e os funcionários a colocarem as práticas em ação.

Existem três princípios fundamentais nos quais assentam a Qualidade Total:

- Foco nos clientes e partes interessadas;
- Foco na participação e trabalho em equipa;
- Foco no processo de melhoria contínua.

De seguida, é realizada uma breve descrição dos princípios mencionados anteriormente.

Foco no cliente e nas partes interessadas

O principal interveniente no processo da Qualidade é o cliente. Assim, qualquer organização deve acompanhar de perto aquilo que o cliente deseja (o que inclui o diagnóstico de necessidades não expressas pelo cliente), procurando melhorar ou criar novas formas de relacionamento com os clientes e verificar se as suas necessidades foram suprimidas.

No contexto da Qualidade Total consideram-se dois tipos de clientes: os internos, que incluem todas as pessoas envolvidas na prestação do serviço ou no fabrico do produto e os externos, que são os clientes que de alguma forma são afetados pelos produtos ou serviços oferecidos. Ambos conferem a garantia de Qualidade de um determinado produto, assim, a empresa deve reconhecer que tanto os clientes internos como os clientes externos são importantes. Por vezes é necessário que os empregados sejam entendidos como clientes e fornecedores de outros funcionários para compreender as relações que existem durante o fabrico de um produto. É da responsabilidade de qualquer fornecedor proporcionar a compreensão e satisfação dos requisitos dos clientes de forma mais eficiente e eficaz.

Numa organização existem diferentes partes interessadas desde os funcionários até à sociedade e o sucesso desta depende da criatividade, habilidade e motivação das partes interessadas. Uma

organização que adote a filosofia da Qualidade Total deve comprometer-se com os funcionários, oferecendo-lhes oportunidades de desenvolvimento e crescimento, proporcionando algum reconhecimento, compensação pelo esforço realizado, partilha de conhecimento e incentivo pelas tomadas de decisões mais arriscadas.

(Evans & Lindsay,2011)

Foco na participação e trabalho em equipa

Este princípio está presente desde logo no trabalho de Juran, o qual criou um modelo de Qualidade que designou como modelo de Juran. Este modelo permitiu afirmar qual a importância da gestão na Qualidade. Segundo Juran o objetivo da gestão é alcançar um melhor nível para a organização e não manter o atual. Este gestor japonês é caracterizado por ser dotado de conhecimentos e conhecer bem a criatividade da força de trabalho (trabalhadores) conseguindo uma grande evolução a nível da Qualidade no Japão. Para Juran se os gestores derem autonomia aos seus funcionários para eles contribuírem e participarem nas actividades, existe uma melhoria dos produtos.

Antigamente, existia a ideia que os funcionários eram pessoas subordinadas geridas por alguém e que não podiam manifestar as suas opiniões. Atualmente, tem-se tentado mudar essa ideia aos poucos, uma vez que os gestores pedem aos funcionários as suas opiniões, tentam envolvê-los na tomada de decisão e as contribuições dos funcionários são bem recebidas, proporcionando incentivos em certas ocasiões, para que os funcionários se sintam mais motivados a participar. Para o bom funcionamento de uma organização é importante não esquecer o envolvimento de todos os funcionários e da gestão de topo, pois o trabalho em equipa leva a uma organização equilibrada e que luta pelos mesmos interesses (Evans & Lindsay,2011).

Neste sentido, surgiu o conceito de *empowerment*, patente desde logo no artigo “*Managing without managers*” escrito por Kanter em 1989. O *empowerment* definiu-se na 2ª Conferência da Qualidade das Administrações Públicas da União Europeia (2002, citado por Neto, 2009, p.22) “ como um processo pelo qual se atribui influência ou poder acrescido às pessoas (colaboradores), designadamente através do envolvimento no processo de decisão, concedendo autonomia, etc”.

Neste âmbito, Kaoru Ishikawa criou os círculos de Qualidade constituídos por 4 a 10 pessoas, tendo como objetivo reunir os trabalhadores durante o período de trabalho e assim identificarem, analisarem e debaterem formas de melhorar a Qualidade e a produtividade no trabalho (Nunes, 2008).

Foco no processo de melhoria contínua

Para melhorar o desempenho de uma organização e implementar a sua melhoria contínua é fundamental incidir em todos os processos que necessitam de ter melhores desempenhos e que estão a ocorrer de modo errado.

Nesse âmbito a melhoria contínua ou *Kaizen* (como é designado pelos Japoneses, na sua formulação original) é uma abordagem que tem como principal objetivo melhorar o desempenho e a Qualidade das organizações (Pinto, 2009). Segundo os autores Evans & Lindsay (2011) este conceito implica mudanças incrementais que podem ser pequenas e graduais ou grandes e rápidas. Estas mudanças têm como principais finalidades:

- A Criação de novos produtos, a melhoria do serviço e o aumento do valor para o cliente (Qualidade);
- A diminuição dos custos através da redução dos erros, defeitos e desperdícios;
- A utilização de recursos de forma sustentada, aumentando a produtividade;
- O aumento da capacidade de resposta e a melhoria do desempenho do tempo ciclo de processos (ex. reclamações).

O alcance destes objetivos exige o envolvimento e a proatividade de todas as pessoas numa organização (ex. não podem cruzar os braços perante os problemas que vão surgindo). Estas, para poderem criar hábitos de melhoria contínua têm que associar três componentes fundamentais, o conhecimento, o saber fazer e a motivação. As pessoas devem perceber o porquê de se realizar a melhoria contínua e o que vai ser feito. A motivação é fundamental. Frequentemente os operadores têm conhecimento sobre as mudanças, mas se a melhoria foi de certo modo imposta pode comprometer a sua efetiva implementação (ex. os operadores podem não reagir da forma desejada, e a mudança não será seguida com entusiasmo, passando, ao invés a existir alguma recusa por parte destes). Os operadores também devem ter competências para saberem como deve ser realizada a melhoria (Pinto, 2009). Estas três componentes são imprescindíveis para que a melhoria contínua aconteça.

Segundo Deming citado por Evans & Lindsay (2011) a implementação da melhoria contínua é fundamental para criar um ciclo de aprendizagem, em que este é repetido até ser alcançada a perfeição, o ciclo prevê quatro etapas:

- Planeamento (*Plan*);
- Execução do planeamento (*Do*);
- Avaliação do progresso (*Check*);
- Revisão dos planos com base nos resultados da avaliação (*Act*).

Este processo, muitas vezes é designado por ciclo de Deming ou ciclo PDCA, Figura 5. Esta ferramenta de gestão tem como objetivo tornar mais agéis, claros e objetivos os processos de gestão de uma empresa.

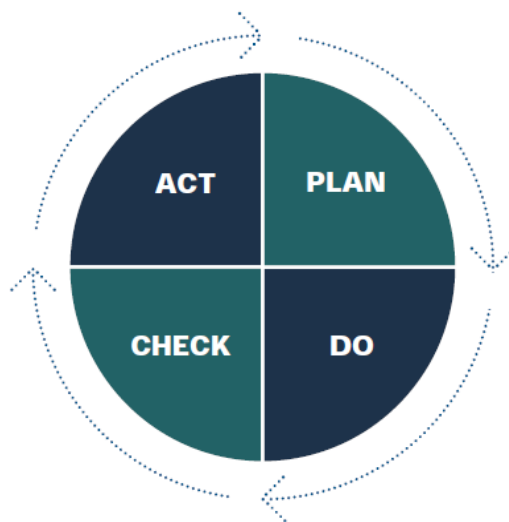


Figura 5: Ciclo PDCA

Cada vez mais as organizações querem melhorar continuamente, uma vez que preocupar-se com a melhoria contínua significa preocupar-se com a sua sobrevivência enquanto empresa, pois, esta melhoria contribui e muito para o desenvolvimento favorável de uma organização.

A Gestão da Qualidade Total incorpora estes princípios e, foi aplicada pela empresa general Electric em 1970. A abreviatura desta é TQM, que deriva do inglês de *Total Quality Management*. Existem várias definições para esta, de seguida são apresentadas algumas possíveis.

Segundo Corrigan (1995) a TQM é uma filosofia de gestão orientada para o cliente e para aprendizagem organizacional, recorrendo à melhoria contínua dos seus processos e organização para aumentar a sua eficiência e eficácia.

O autor Oakland (1988) define TQM como a abordagem que melhora a eficácia e a flexibilidade de um negócio na sua totalidade, sendo uma forma de organizar e envolver toda a organização, cada departamento e cada indivíduo. No entanto, para o autor Gouveia (2007) o TQM é um sistema de gestão baseado na Qualidade Total, o qual permite a satisfação do cliente através do envolvimento de todos os membros numa organização.

3.2 Manutenção Produtiva Total (TPM)

A Gestão da Qualidade Total é a abordagem utilizada para melhorar internamente e externamente o desempenho de uma organização. Deste modo, existem diversas metodologias que também podem ser utilizadas no processo de melhoria contínua, sendo uma delas a Manutenção Produtiva Total (TPM). Estas duas abordagens mencionadas anteriormente, são complementares e utilizam-se em conjunto para alcançar sinergias, melhorar os processos e aumentar o desempenho financeiro de uma organização (Seth & Tripathi, 2006).

A metodologia TPM emergiu do TQM, uma vez que para existir Qualidade é necessário a manutenção do equipamento. O departamento de qualidade e o de manutenção não são dois departamentos isolados, porque a manutenção é função básica de uma organização e para produzir produtos com a máxima Qualidade os equipamentos têm de estar bem conservados e operacionais (Teresko, 1992 citado por Ahuja & Khamba, 2008).

Evolução do conceito TPM

Entre 1940 e 1950 nos EUA surgiu o conceito de manutenção preventiva (PM). Devido à utilidade da manutenção preventiva esta alargou-se a mais países tendo chegado ao Japão em 1960. A empresa Nippondenso foi a pioneira na implementação deste tipo de manutenção. A manutenção preventiva era utilizada pelos japoneses de forma planeada para prevenir, evitar quebras e paragens das máquinas aumentando assim, o ciclo de vida destas e a sua fiabilidade. Com o avanço tecnológico a Nippondenso tornou-se bastante automatizada e realizar manutenção tornou-se mais complicado, pois obrigava a um maior número de pessoas para realizarem a manutenção. Deste modo, a administração da fábrica reconheceu que a manutenção de rotina devia ser realizada pelos próprios operadores. A esta manutenção de rotina designou-se por Manutenção Autónoma a qual consiste em actividades simples que o próprio operador tem que realizar durante o período de trabalho. Aperceberam-se também que era necessário realizar melhorias nos equipamentos a fim de prevenir problemas futuros.

Após a implementação da manutenção preventiva, manutenção autónoma e melhoria dos equipamentos, a empresa Nippondenso criou um novo conceito o qual se veio a designar por Manutenção Produtiva. A Manutenção Produtiva tem como objetivo maximizar a eficácia das unidades industriais e equipamentos aumentando o ciclo de vida destes, procurando evitar o aumento dos custos de produção.

A Nippondenso também desenvolveu círculos de Qualidade os quais envolviam a participação dos trabalhadores. Deste modo, todos os trabalhadores podiam participar e executar a Manutenção Produtiva existindo vantagens para ambas as partes.

(Venkatesh, 2009)

Deste modo, a Nippondenso foi premiada pelo *Japan Institute of Plant Engineers* (JIPE), em português Instituto Japonês de Engenheiros de Planta como sendo a primeira empresa a obter certificação TPM, tendo esse instituto evoluído para o *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) em português Instituto Japonês de Manutenção de Planta. A TPM foi promovida por Seiichi Nakajima, conhecido na atualidade como o “Pai da TPM” (Galvão, 2008).

A sigla TPM é a abreviatura de Manutenção Produtiva Total, expressão que provém do inglês de *Total Productive Maintenance*. Devido ao seu impacto e sucesso a TPM alargou-se aos EUA e à Europa entre 1980 e 1990.

Conceito e Objetivos da TPM

Segundo Nakajima (1988) a TPM é uma metodologia rentável, que permite a redução dos custos de manutenção, provocando um impacto positivo na produtividade, qualidade, entrega, segurança, higiene e moral dos funcionários. No entanto, Maggard & Rhyne (1992) afirmam que a TPM é uma parceria entre todas as áreas da organização, particularmente entre a produção e a manutenção, para a melhoria contínua da qualidade do produto, da eficiência das operações, da garantia de capacidade e segurança. Para os autores Ahuja & Khamba (2008) a TPM é uma metodologia centrada na melhoria da produção, otimização dos equipamentos e gestão eficiente dos ativos das unidades industriais. Para tal, é necessário o envolvimento dos trabalhadores e a ligação entre a produção, manutenção e engenharia.

De modo geral, pode-se afirmar que a TPM utiliza uma ideia base elementar que passa pela sensibilização, formação e treino dos operadores para que estes consigam realizar tarefas de inspeção e pequenas reparações no equipamento em conjunto com técnicos especializados e melhorar a manutenção do equipamento. Apesar dos operadores serem o principal foco, todos os departamentos da organização (produção, direção, manutenção, engenharia de processo, logística entre outras áreas) devem intervir, uma vez que esta metodologia baseia-se no trabalho em equipa e necessita de muita dedicação e esforço (Wireman, 1990).

Deste modo, pode-se ainda afirmar que a metodologia TPM é uma mudança radical da visão tradicional, segundo a qual a manutenção só repara equipamento quando existe uma avaria, passando adotar uma visão focada na melhoria contínua da eficiência do equipamento.

Segundo Cabral (2006) o objetivo principal desta metodologia (TPM) é a melhoria contínua focando a qualidade, a eliminação das falhas, a minimização dos defeitos, acidentes, quebras e perdas o que leva á maximização da eficiência dos equipamentos envolvendo toda a organização. No entanto Chaneski (2002) afirma que a TPM é um programa de gestão da manutenção com o objetivo de eliminar o tempo de inatividade. Para além dos objetivos mencionados anteriormente os autores Ahuja & Kumar (2009) declaram que a TPM além de aumentar a produção também pretende aumentar a moral dos funcionários e a sua satisfação no trabalho, visto que, esta metodologia surgiu para melhorar o desempenho da empresa no geral e não de uma sessão específica.

O objetivo ideal a atingir, é zero avarias, zero defeitos, zero acidentes e zero desperdícios (Cabral, 2006).

Contribuição da TPM para a Melhoria Contínua

A metodologia TPM traz inúmeras vantagens, citadas por vários autores, são elas:

- Redução do pessoal da manutenção, visto que ao implementar a manutenção autónoma os próprios operadores libertam a manutenção (Maggard & Rhyne, 1992);
- O envolvimento dos operadores nas ações de melhoria permite melhorar as relações entre eles (Park & Han, 2001);
- O operador sente-se “útil”, motivado e uma mais-valia quando ele intervém no processo de melhoria (Park & Han, 2001);
- Melhoria das competências e conhecimentos dos operadores (Ahuja & Kumar, 2009);
- Melhoria da Qualidade dos produtos e consequente, satisfação do cliente (Park & Han, 2001);
- Controlo e planeamento das despesas de manutenção (Park & Han, 2001);
- Diminuição dos desperdícios (Cabral, 2006);
- Melhoria da eficiência do equipamento e sua fiabilidade (Park & Han, 2001);
- Aumento da disponibilidade dos equipamentos (Seth & Tripathi, 2006);
- Redução dos custos de produção e manutenção (Seth & Tripathi, (2006).

Cabral (2006) apontou sete grandes perdas responsáveis pela diminuição do rendimento operacional dos equipamentos, as quais pretendem ser minimizadas com atuação da TPM. As sete grandes perdas da TPM, citadas por Cabral (2006) são:

- **Perda por avaria/falha (paragens acidentais)**

Este tipo de perda pode-se dividir em dois tipos, na paragem de função e quebra de função. A paragem de função ocorre de modo repentino e o equipamento deixa de funcionar ou as peças saem todas com defeitos, enquanto a quebra de função reduz a função do equipamento em relação à função original, reduzindo o seu rendimento, velocidade, existindo pequenas paragens e os produtos saem defeituosos.

- **Perda por mudança de produto e afinações (set-up)**

Esta perda relaciona-se com a paragem da máquina para mudança de produto existindo uma perda de tempo desde o final da produção de uma peça até à produção de nova peça neste período é necessário mudar a ferramenta, limpar e ajustar o equipamento. A fase que demora mais tempo é normalmente a fase do ajustamento do equipamento.

- **Perda devida à ferramenta ou molde**

Esta perda está ligada com todas as perdas decorrentes da ferramenta ou molde, uma vez que para a ferramenta ou molde estarem funcionais é necessário que existam diversos procedimentos, dos quais se destaca a lubrificação e o seu acompanhamento durante a produção para que a ferramenta ou molde estejam a funcionar com um bom rendimento operacional.

- **Perda por pequenas paragens**

Esta perda ocorre quando existem paragens temporárias e momentâneas do equipamento devido a uma certa avaria, por exemplo uma peça fica encravada. O equipamento volta a operar assim que a peça encravada seja retirada.

- **Perda por quebra da velocidade**

Esta perda refere-se à diferença entre a velocidade indicada nos parâmetros do equipamento e a velocidade real operatória. Quando uma operação é realizada a uma velocidade reduzida podem surgir problemas na Qualidade do produto ou na mecânica do equipamento, esta redução de velocidade é a perda por quebra de velocidade.

- **Perda por produto defeituoso e retrabalho**

Quando ocorre o mau funcionamento do equipamento e o produto sai defeituoso é necessário restaurar o produto, estamos perante uma perda por produto defeituoso.

- **Perda no arranque das máquinas**

Esta perda ocorre quando existe um período inativo do equipamento e é necessário o arranque do mesmo, existindo perdas entre o início da produção até o processo estabilizar uma vez que para se encontrar as condições ideais para produção é sempre complicado.

Pilares da TPM

Os pilares da TPM são diferentes de organização para organização, pois dependem da cultura implementada ou do que se pretende implementar. De acordo, com Souza (2001, citado por Rodrigues & Hatakeyama, 2006) os pilares devem ser desenvolvidos por equipas coordenadas por gestores ou líderes de equipa em que a estrutura deve estar de acordo com a hierarquia da empresa. Os autores Rodrigues & Hatakeyama (2006) consideram que os principais pilares devem assentar na Qualidade, produtividade, atendimento do cliente, segurança e moral. Segundo Ahuja & Khamba (2009) existem oito pilares, os quais podem ser visualizados na Figura 6, como sendo os principais elementos nos quais assenta a TPM.

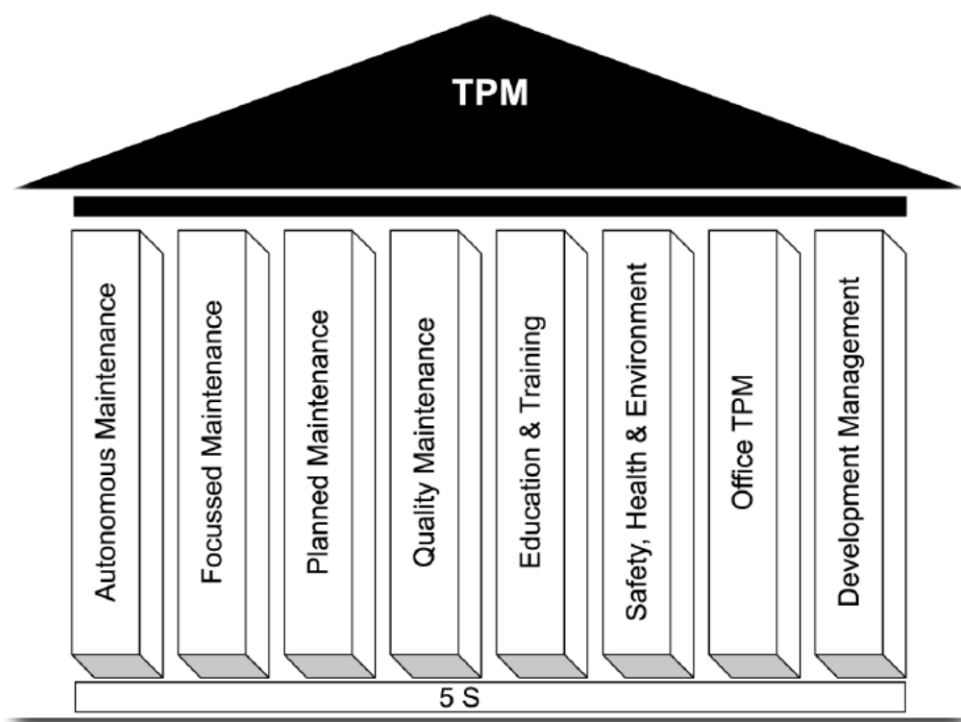


Figura 6: Pilares da TPM sugeridos pelo JIPM

Fonte: Ahuja & Khamba (2009)

- **Manutenção Autônoma**

Este pilar tem como intuito dar aos operadores conhecimentos básicos de manutenção (ex. limpeza, lubrificação, inspeção), para que eles possam diariamente aplicá-los nos seus equipamentos e assim se sintam responsáveis por estes. Pretende-se também que realizem mudanças para aumentarem a produtividade no seu ambiente de trabalho. Para a aplicação deste pilar é imprescindível o contributo dos operadores.

- **Manutenção focada na melhoria contínua do equipamento**

Este pilar pretende reduzir as perdas no local de trabalho que influenciam a eficiência do equipamento e que não são tratadas nos outros pilares. O objetivo deste pilar é reduzir as sete perdas mencionadas anteriormente.

- **Manutenção planeada**

Este pilar abrange diversas atividades (ex. manutenção corretiva, curativa, preventiva e manutenção centrada na fiabilidade) que são realizadas pelo pessoal da manutenção. O próprio pessoal da manutenção ajuda a treinar os operadores para estes manterem e melhorarem o seu equipamento. O operador ao realizar as atividades de manutenção autónoma propostas, permite que o pessoal da manutenção fique mais liberto para realizar as suas actividades de manutenção planeada. O objetivo principal deste pilar é estabelecer e manter o bom funcionamento dos equipamentos e processos, para desse modo:

- Melhorar fiabilidade;
- Aumentar a disponibilidade;
- Diminuir os custos e re-trabalhos da manutenção;
- Atingir zero avarias e falhas.

- **Manutenção da Qualidade**

Este pilar pretende eliminar as não conformidades dos produtos causadas pelos equipamentos. Tenta ver quais as partes, do equipamento que interferem na Qualidade do produto para poder atuar nessas partes caso existam problemas de Qualidade. O objetivo principal deste é alcançar os zeros defeitos através da criação de equipamentos e processos que permitam produzir produtos sem defeitos. A manutenção da Qualidade tem ainda

como finalidade apoiar a garantia da Qualidade, reduzir os custos de Qualidade e instalar *poka-yoke*².

- **Educação e Formação**

Este pilar analisa as necessidades de formação e capacita todas as pessoas para desempenharem as suas funções e cumprirem com as suas responsabilidades dentro de uma organização. A aquisição de conhecimento tem de ser contínua pois só assim é possível obter equipas qualificadas.

- **Saúde, segurança e meio ambiente**

Este pilar visa eliminar os problemas ambientais e de segurança, proporcionando um local de trabalho seguro e com instalações que não prejudiquem as áreas envolventes (ex: ruído). Os principais objetivos são:

- zero acidentes;
- zero doenças profissionais e ambientais;
- zero incêndios;
- diminuição dos resíduos.

- **TPM administrativo**

Este pilar pretende eliminar as perdas de eficiências nas áreas indiretas (ex. logística, contabilidade, compras, etc.) e nas zonas onde a TPM está a ser implementada. Este pilar deve alargar-se a todas as atividades da empresa para conseguir aumentar a produtividade.

- **Desenvolvimento da gestão** (desenvolvido pela Irlanda & Dale (2001) e por Rodrigues & Hatakeyama (2006))

Este pilar pretende alertar a gestão de topo para minimizar os problemas relacionados com os novos equipamentos. Ao desenvolverem-se iniciativas de manutenção como o TPM é possível através delas melhorar certas situações (ex. o visor de verificação do nível de óleo deve estar visível a todos os colaboradores na organização, mas por vezes isso não acontece. Os operadores ao terem de realizar a manutenção autónoma do seu equipamento alertam a gestão para o caso de não estar visível, o que permite, que quando for necessário comprar um novo

² O poka yoke é um dispositivo que permite detetar erros diminuindo o número de defeitos no processo produtivo.

equipamento a gestão de topo compre o novo equipamento já com o visor do óleo num local visível).

(Ahuja & Khamba, (2007); Simoldes Plásticos, (2010))

A metodologia TPM para ser eficaz e eficiente deve obedecer aos pilares mencionados anteriormente, e todos os pilares devem se articular e cooperar entre si para que as capacidades organizacionais melhorem nas diversas áreas e assim se consiga atingir o mais alto nível produtivo (Wang, 2006).

De acordo com Ahuja & Khamba (2009) a metodologia 5S é transversal a todos os pilares.

Segundo Bamber, Sharp & Hides (2000) a metodologia 5S surgiu em 1950 no Japão e tem como objetivo incorporar os valores do Seiri (organizar), Seiton (arrumar), Seiso (limpar), Seiketsu (padronizar), Shitsuke (disciplina), ou seja, instituir e manter na organização um ambiente limpo e organizado. Esta metodologia é uma atividade complementar à Manutenção Autônoma. Segundo Gapp, Fisher & Kobayashi (2008) esta metodologia permite que exista:

- ✓ Ordenação (Seiton e seiri) – Deve realizar-se uma triagem e ver quais os objetos necessários. Depois de realizar a triagem deve-se organizar os objetos da melhor forma, para que haja uma diminuição dos esforços na identificação, nas deslocações e nos movimentos necessários para aceder a qualquer objeto. Assim, é possível simplificar os processos, reduzir os erros humanos, a carga de trabalho e consequentemente uma maximização da eficiência e a eficácia.
- ✓ Limpeza (Seiso e Seiketsu) - Deve-se padronizar a forma como se deve limpar e organizar o posto de trabalho só assim se contribui para uma vida mais saudável, segura e uma melhor transparência da organização.
- ✓ Disciplina (Shitsuke) – é necessário formação e educação para que as boas práticas se mantenham, uma vez que se não existir disciplina tudo o que foi feito nos outros passos é perdido. A disciplina permite o aumento do nível de moral e aumenta a Qualidade de vida no trabalho.

De acordo, com Osada (1991, citado por Gapp, Fisher & Kobayashi, 2008) os 5S são utilizados para reduzir o desperdício, otimizar a produtividade e a Qualidade através da manutenção de um ambiente de trabalho organizado com um aspeto visual favorável.

Segundo Nakajima, (1988) a TPM é uma cultura, uma filosofia e uma nova atitude para manutenção. O projeto desenvolvido no âmbito deste trabalho envolveu a aplicação da metodologia

TPM em processos produtivos na empresa Simoldes Plásticos, onde a TPM estava implementada em apenas uma máquina. Nos capítulos seguintes é feita a descrição da implementação da TPM na Simoldes Plásticos, assim como uma breve apresentação dos resultados alcançados.

Parte II – Aplicação da metodologia TPM na empresa Simoldes Plásticos, SA

Capítulo 4 - Caracterização da empresa

Grupo Simoldes

De acordo com Lourenço & Sopas (2003) em 1959 nasceu em Oliveira de Azeméis uma empresa familiar que posteriormente evoluiu para o atual Grupo Simoldes. Este iniciou a sua atividade como exportador em 1961.

O Grupo Simoldes é constituído pela divisão de Aços e pela divisão de Plásticos, o que perfaz no total quinze fábricas, uma na Polónia, uma na França, três no Brasil e dez em Portugal, nomeadamente em Oliveira de Azeméis.

A divisão de Aços é constituída por seis empresas localizadas em Portugal e uma no Brasil, Simoldes Aços, MDA, IMA, IGM, Mecamolde, Ulmolde e Simoldes Aços Brasil.

A divisão de Plásticos, representada na Figura 7, é constituída pela Simoldes Plásticos (SP) que iniciou a sua atividade em 1981, a Implás (em 1995), a Plastaze (em 1997), a Simoldes Plásticos Indústria (em 1999), a Simoldes Plásticos França (em 1999), a Simoldes Plásticos Brasil (em 1999) e a Simoldes Plásticos Polónia (em 2004).



Figura 7: Localização da divisão de Plásticos

Fonte: <http://www.simoldes.com/plastics/presence.html>

As necessidades de aperfeiçoamento no grupo levaram à sua internacionalização, à criação de *joint-ventures*, alianças e à certificação dos mesmos a nível da Qualidade, Ambiente e Segurança. O

investimento tem sido enorme, para que o Grupo Simoldes, seja uma referência no mercado, produzindo peças de elevada Qualidade distinguindo-se assim dos seus concorrentes.

4.1 Simoldes Plásticos, SA

A empresa Simoldes Plásticos (SP), é uma multinacional, situada e sediada na zona industrial de Oliveira de Azeméis e pertence ao Grupo Simoldes. Fundou-se 1981 e atualmente é uma empresa que se dedica exclusivamente à produção de peças para a indústria automóvel (o seu portefólio de clientes inclui a Renault, Volkswagen, Peugeot, Toyota, Opel, entre outros). Anteriormente, a empresa dedicou-se também à produção de peças para a indústria electrónica, assim como electrodomésticos e embalagens. A Figura 8 apresenta uma vista da Fábrica Simoldes Plásticos em Oliveira de Azeméis.



Figura 8: Fábrica Simoldes Plásticos em Oliveira de Azeméis

Fonte: Dados da empresa

Um dos fatores que distingue a SP dos concorrentes é o fato de ser uma das poucas empresas do setor a fornecer o seu produto diretamente aos grandes construtores mundiais (Volkswagen, Seat, Renault, etc). Alguns exemplos de peças produzidas nesta fábrica, podem ser visualizadas na Figura 9.



Figura 9: Exemplos de peças produzidas na SP

Fonte: Dados da empresa

A SP é constituída por uma equipa bastante jovem e com um elevado grau de experiência, quer a nível profissional, quer a nível académico neste setor de atividade, o que permite a manutenção de práticas de melhoria contínua na fábrica. A política da Qualidade Total e o espírito de inovação contínua são dois pilares importantes para atingir essa melhoria.

Atualmente, SP conta com cerca de 500 colaboradores. As instalações em Oliveira de Azeméis incluem 47 máquinas de injeção (*Engel* (EN) e *Krauss Maffei* (KM)) com gamas entre 150 a 3200 toneladas de força de fecho. Na fábrica existem 3 naves (designadas por nave 2,3,5), estando cada nave dividida em módulos (designados por módulo 2,3,4,5). Em cada nave existe um responsável de Produção como pode visualizar-se na Figura 10

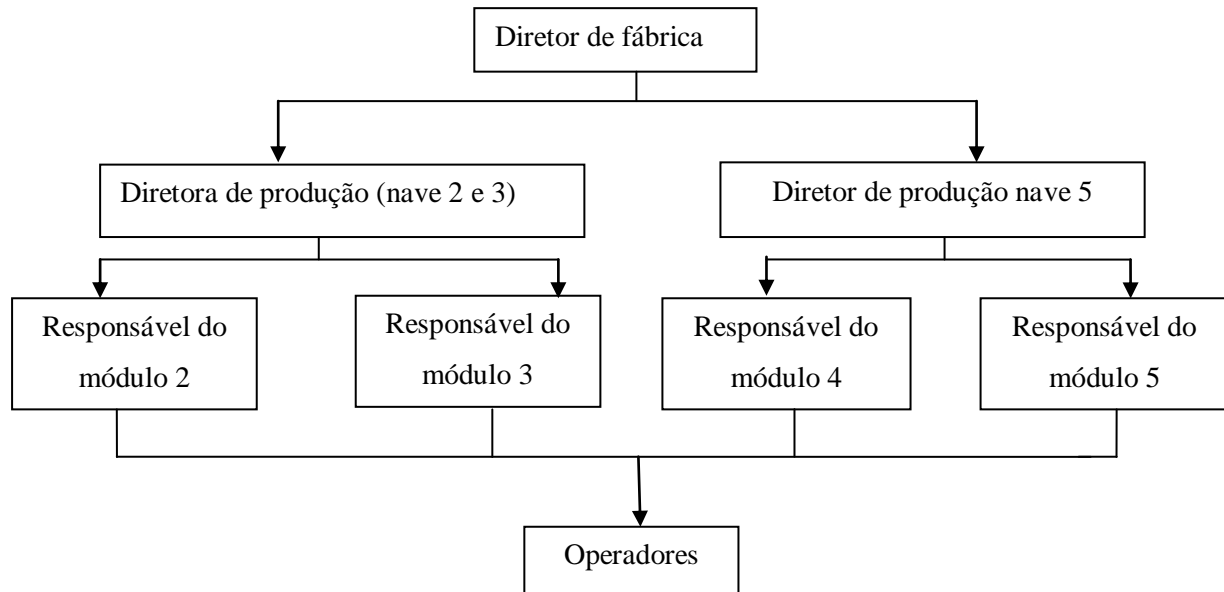


Figura 10: Organograma da produção

Layout da fábrica

De seguida, na Figura 11, pode-se observar o *layout* da fábrica. A figura destaca a laranja as áreas onde a TPM está a ser implementada, as quais correspondem às naves de produção.

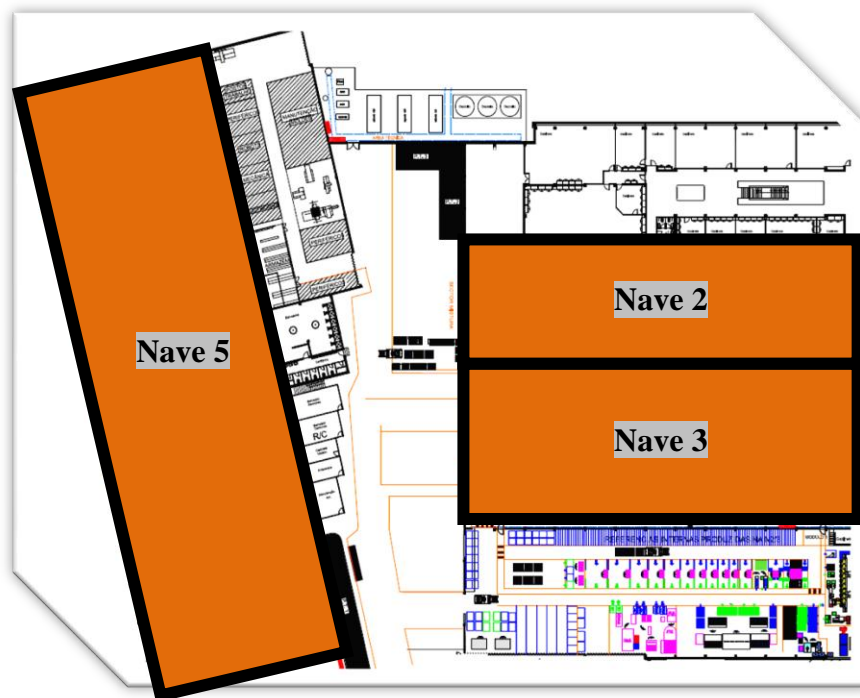


Figura 11: Layout da fábrica Simoldes Plásticos, SA

Fonte: Dados da empresa

Processo Produtivo

Segundo Lages (2011) a matéria-prima utilizada para o fabrico de uma peça plástica é designada por polímero (grãos de plástico). A esta macromolécula pode ser adicionado corantes ou outros produtos consoante o que se pretenda para o resultado final. Para iniciar o processo de injeção, o polímero é aspirado para uma unidade funcional da máquina designada por tremonha (Figura 12) e é introduzido na câmara de plastificação (zona exterior ao fuso) onde é aquecido através de resistências, para posteriormente sofrer a moldagem necessária num molde (Peralta, 2001).

Na Figura 12, podem visualizar-se as partes principais de uma máquina de injeção que são necessárias para o fabrico de uma peça plástica.

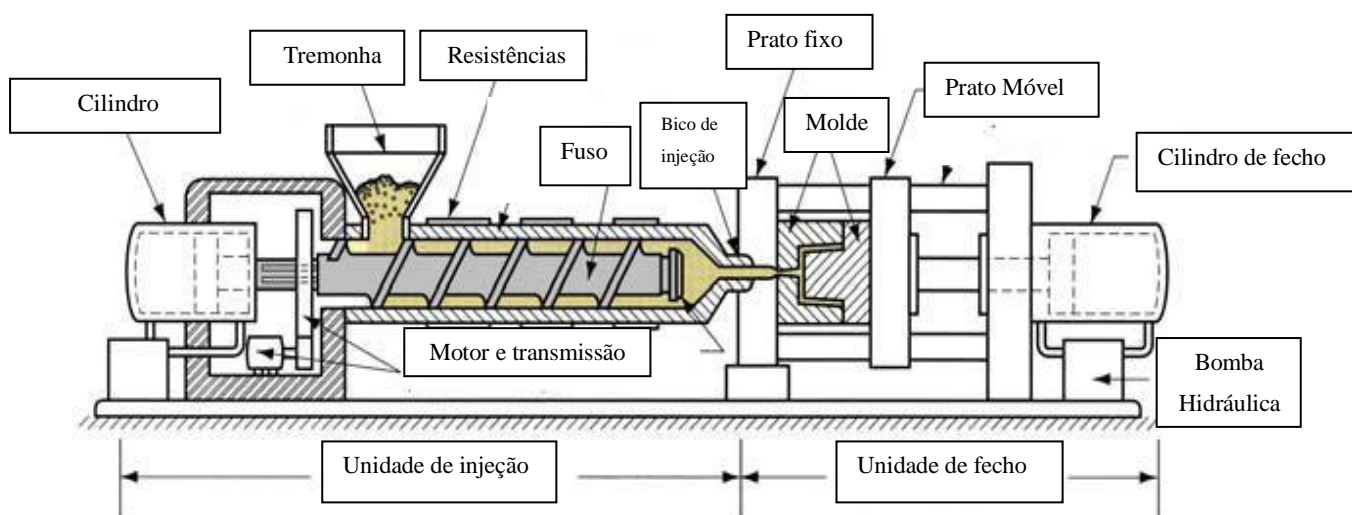
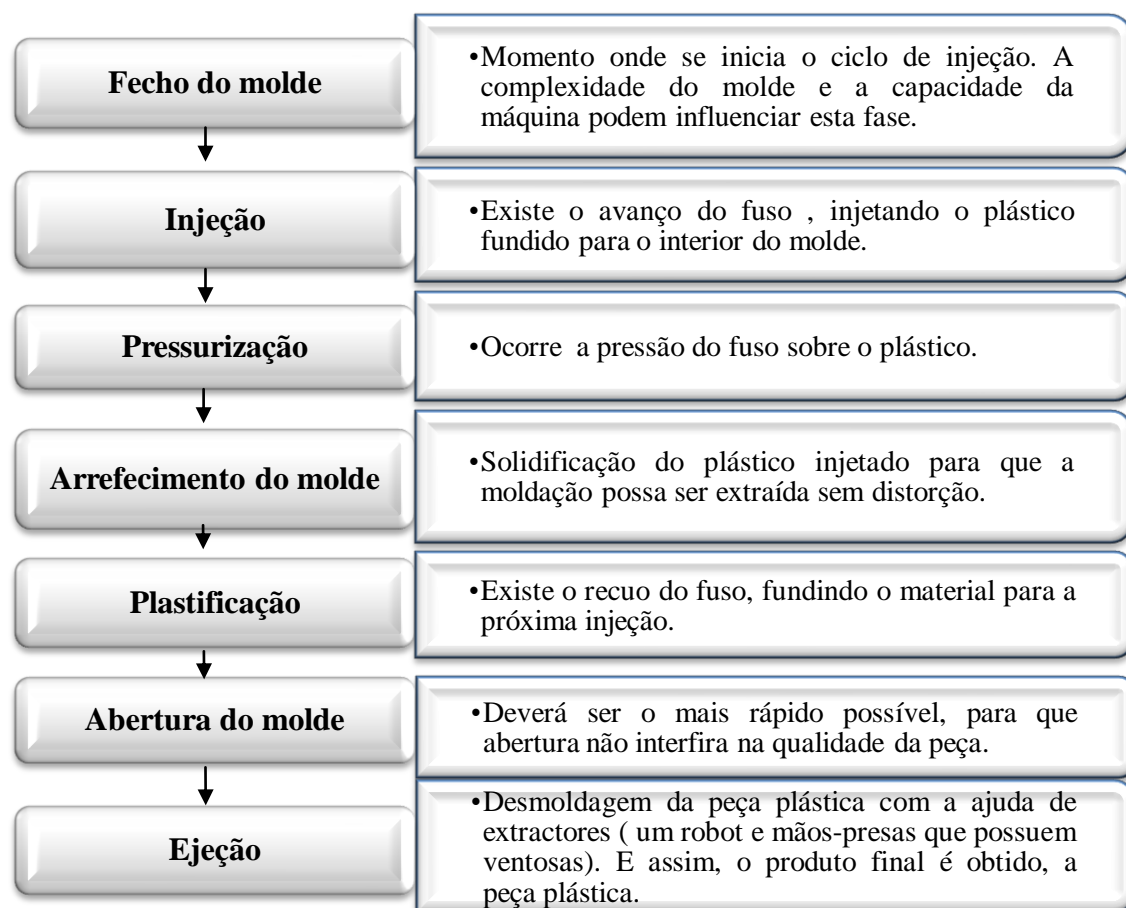


Figura 12: Partes constituintes de uma máquina de injeção

Fonte: Instituto Superior Técnico de Lisboa

O processo de moldagem de uma peça plástica, inclui sete etapas fundamentais que se descrevem de seguida.



Ferramentas de melhoria contínua

À data de desenvolvimento deste projeto, a Simoldes Plásticos utilizava já uma série de práticas e ferramentas de Qualidade e melhoria contínua, das quais se destacam as seguintes.

SMED - Esta sigla significa *Single Minute Exchange of Die*, traduzida literalmente em português significa “Troca de molde num minuto”, mas na SP esta designa-se por “Mudança de ferramenta em menos de 10 minutos” devida à dimensão dos moldes. Esta ferramenta é utilizada para analisar, reduzir o tempo de preparação, troca e afinação de moldes e ferramentas.

VSM - Esta sigla significa *Value Stream Mapping*, que em português significa Mapeamento do Fluxo de Valor. O objetivo deste é esquematizar todo o fluxo de valor desde a entrada de matéria-prima na fábrica até que o produto final seja entregue ao cliente.

5S - Esta metodologia é utilizada para organizar e padronizar toda a produção e gestão da empresa, promovendo a gestão visual que facilita a interpretação do que se passa na produção, tornando o trabalho mais objetivo para todos.

Programa de Sugestões- Este programa tem como objetivo o envolvimento de todos os colaboradores no processo de melhoria contínua da empresa, estando estes habilitados a participarem com a sua sugestão de dois em dois mês. As três melhores sugestões recebem um prémio monetário.

Semáforo- Trata-se de uma ferramenta utilizada pela SP para identificar e resolver problemas de Qualidade relacionados com as reclamações do cliente ou reclamações internas. Esta ferramenta utiliza um diagrama de causa-efeito - diagrama *Ishikawa* - o qual permite chegar à raiz do problema (ver mais detalhes sobre esta ferramenta de Qualidade no capítulo 13 do livro “*Introduction to Total Quality: quality management for production, processing, and services*” de Goetsch & Davis (1997)).

TPM- Esta sigla corresponde à expressão *Total Productive Maintenance*, que em português se refere a Manutenção Produtiva Total, e tem como objetivo diminuir as disfunções e os desperdícios associados a paragens não programadas, que têm custos elevados. A metodologia preconiza o envolvimento dos operadores neste processo de melhoria. A aplicação da TPM constituiu o foco do trabalho desenvolvido no âmbito deste projeto. À data do projeto a empresa aplicava já a TPM numa das suas áreas de produção (nave 3).

Importância da TPM na Simoldes Plásticos

Tendo em conta, que a SP é líder de mercado e busca alcançar uma posição de vanguarda apostando no desenvolvimento tecnológico quer dos produtos quer dos processos sentiu necessidade de adotar novas técnicas de gestão. A direção da empresa, mais propriamente o diretor de fábrica da SP demonstrou interesse em aplicar técnicas modernas de gestão as quais tornam a organização mais competitiva. Deste modo, foi implementado um programa de gestão da manutenção (TPM). Este programa pretende:

- Mudar a cultura da organização para otimizar as instalações e equipamentos;
- Envolver todos os empregados, desde a direção até aos operadores no chão de fábrica;
- Estabelecer um sistema para prevenir todos os tipos de perdas relacionados com os equipamentos e local de trabalho;
- Incutir práticas de manutenção autónoma nos operadores;
- Melhorar o desempenho dos equipamentos.

Para a implementação deste programa a SP contratou um técnico específico para o TPM duas estagiárias e um engenheiro (diretor da manutenção que assumiu a função de orientação do estágio que serviu de base ao desenvolvimento deste trabalho), existindo um grande investimento em recursos humanos por parte da direção para que este programa fosse cumprido e tivesse sucesso.

Capítulo 5 - Implementação da TPM na Simoldes Plásticos, SA

Etapas de implementação da TPM

O processo de implementação da TPM na SP engloba várias etapas, tendo estas que ser repetidas sempre que se inicia a implementação da TPM numa nova máquina ou conjunto de máquinas (pode-se agrupar mais do que uma máquina quando estas são muitos semelhantes em termos de funcionamento e layout). Trata-se de um processo cíclico que demora algum tempo a ser implementado³. As etapas de implementação incluem:

1ª etapa : Escolha do equipamento e da equipa responsável pela implementação da TPM

A escolha do equipamento normalmente é baseada em indicadores de eficiência do equipamento que podem variar de máquina para máquina. A equipa inclui os operadores das máquinas, a direção de produção, o responsável de módulo, a direção da manutenção e os operadores das diversas áreas da manutenção (eletricistas, serralheiro, robôs, mecânicos, etc.).

2ª etapa : Formação inicial TPM



A equipa envolvida recebe formação em sala acerca da TPM, tocando tópicos como: conceito de TPM, seus objetivos e vantagens, conceito e etapas de manutenção autónoma, visão geral do funcionamento da TPM na organização e finalmente alguma informação sobre a necessidade do envolvimento de toda a equipa. Na Figura 13, pode-se visualizar uma equipa na formação inicial TPM.

Figura 13: Reunião em sala com equipa TPM

³ A duração de implementação da TPM nos vários equipamentos pode ser consultada no Anexo 1.

3ª etapa : Elaboração de um checklist

Após a formação, os operadores recebem um *checklist* (ilustrado na Figura 14), que inclui os parâmetros a verificar no equipamento e que estão delineados a azul. Os operadores podem nesta fase contribuir para a melhoria do *checklist* proposto. Os parâmetros a verificar são áreas onde as anomalias são frequentes acontecer.


 TPM - Manutenção Produtiva Total Checklist de Inspeção inicial	
Data: <input type="text"/>	Sem.: <input type="text"/>
Participantes: <input type="text"/>	
Equipamento / Posto a ser Inspeccionado: <input type="text"/>	
Inspeção do Equipamento	<div> <div>Sim / Não NA</div> <div>Nº das Ocorrências</div> </div>
Pintura Degradada / Empenos	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Fugas / Acessos de Óleo	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Vibrações Excessivas	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Ruidos Excessivos / Fora do Normal	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Parafusos Desapertados (Tampas e Protecções)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Seguranças Desactivadas	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Sujidade	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Protecções Mecânicas Danificadas (Portas e Acrílicos)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Iluminação / Ventilação avariada ou ausente	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Inspeção do Posto de Trabalho	<div> <div>Sim / Não NA</div> <div>Nº das Ocorrências</div> </div>
Área de Trabalho não Marcada	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Bancada de Trabalho Desorganizada	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Área de Trabalho Suja	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Área de Trabalho Desarrumada	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Falta de Local Para Recepção de Material	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Falta de Local para Expedição de Material	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
Total <input type="text"/>	
Obs: Documentar sempre com Fotografias	

Figura 14: Checklist de inspeção inicial

Fonte: Dados da empresa

4ª etapa : Deslocação ao chão de fábrica

Nesta etapa toda a equipa se desloca ao chão de fábrica junto ao (s) equipamento (s) para ser feito o preenchimento do *checklist* anterior, incluindo informação completa sobre a equipa, e o equipamento inspecionado. Todos os parâmetros são verificados, tiram-se fotografias de todas as anomalias detetadas e registam-se num plano de ações, ilustrado na Figura 15. Nesta etapa os operadores podem fazer uso da sua experiência de trabalho com o equipamento para propor sugestões de melhoria do seu local de trabalho e do seu equipamento para além dos parâmetros que estão na *checklist* de inspeção inicial. O *checklist* apresentado no Anexo 5 mostra um caso em que foram detetadas 22 anomalias.

5ª etapa : Debate das soluções de melhoria a implementar

A fase seguinte passa pelo agendamento de nova reunião em sala ou junto do equipamento para debater a melhor maneira de solucionar as anomalias detetadas tendo sempre em conta as opiniões dos operadores, pois são eles que passam mais horas no local de trabalho e também tendo em conta a opinião do pessoal da manutenção pois o objetivo é tentar melhorar a eficiência do equipamento e as condições de trabalho para os operadores e manutenção. A reunião faz uso das fotografias obtidas na etapa 4, e definem-se objetivos para a implementação das melhorias (ex. quem faz? quando faz? quanto tempo dura a tarefa?). A implementação destas ações envolve diversas partes, desde técnicos de robots, mecânicos, eletricitas, serralheiros, soldadores entre outros, nesse sentido é necessário falar com todas estas pessoas e explicar o que é necessário fazer para que possam intervir dentro do tempo estabelecido para cada tarefa.

6ª etapa – Implementação das ações de melhoria

Esta etapa passa pela implementação das medidas⁴ e ações anteriormente definidas. O trabalho é orientado com o objetivo adicional de padronizar as ações que forem realizadas numa máquina e que sejam válidas para outras máquinas.

Nesta etapa, existe ainda uma fase intermédia na qual é realizada um ponto de situação das ações, tendo por base o cartaz ilustrado no Anexo 4, para se poder ir acompanhando a evolução das ações

⁴ Nesta etapa é criado um cartaz que é colocado junto do equipamento (s) onde está a ser implementada a TPM, com as várias fotografias do antes e com o depois, com o passar do tempo vai sendo atualizado até a implementação esteja concluída. O cartaz também é uma forma de dar visibilidade à TPM na empresa, ver um exemplo no Anexo 4.

realizadas e verificar as que ainda faltam completar, para que elas sejam concluídas dentro do tempo previsto.

É importante destacar que esta etapa é a mais longa de todo o processo de implementação da TPM.

7ª etapa – Implementação do Plano de Manutenção Autônoma

Finalmente é criado um Plano de Manutenção Autônoma (PMA), que consiste em atividades simples a realizar pelos operadores. As atividades incidem em áreas onde normalmente ocorrem anomalias. O propósito é o de desenvolver nos operadores a responsabilização pela sua máquina. O Plano de Manutenção Autônoma varia de máquina para máquina e inclui diversas atividades, distribuídas pela semana. A Figura 16, ilustra um exemplo de um Plano de Manutenção Autônoma. As não conformidades encontradas são assinaladas (NOK) e os operadores ficam encarregues de solicitar ao responsável de módulo um pedido de intervenção ao departamento de manutenção. À sexta-feira no turno das 16h às 24h, o responsável de módulo tem como função registar os dados (Anexo 6) e apagar o plano que está afixado nas máquinas, para que na semana seguinte (na segunda-feira) se consiga preencher novamente o plano e este ciclo continue.

Este plano é preenchido sempre no turno das 8h às 16h. Para que qualquer pessoa consiga preencher o Plano de Manutenção Autônoma mesmo que não seja operador fixo da máquina. Este inclui um desenho do *layout* da máquina e a tarefa a realizar com um número ilustrado quer no desenho de layout, quer na máquina. Isso facilita a identificação do local onde tem de se realizar a atividade. O preenchimento do Plano de Manutenção Autônoma é uma atividade cíclica, cuja implementação é apoiada com formação aos operadores de cada máquina sobre como devem preencher e analisar as atividades. O conteúdo e o registo da formação realizada são registados em documentação adequada (ver Anexos 2 e 3).








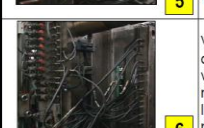

<div>  <div> TPM - Manutenção Produtiva Total Checklist de Inspeção inicial </div> </div>		
Ocorrência N°:		
Descrição:		
Ação:		
Antes:	<div>Data</div> <div>Resp</div> <div>Concluído</div>	Depois:
Ocorrência N°:		
Descrição:		
Ação:		
Antes:	<div>Data</div> <div>Resp</div> <div>Concluído</div>	Depois:
Ocorrência N°:		
Descrição:		
Ação:		
Antes:	<div>Data</div> <div>Resp</div> <div>Concluído</div>	Depois:

Figura 15: Plano de ações

Fonte: Dados da empresa

<div>  <div> KM 1000 a 1600 MC4 Plano de Manutenção Autônoma </div> </div>		<div> <div>Data: 9/2/2012</div> <div>Semana:</div> </div>					
Diagrama ou Foto	TAREFA ferramenta ou meio	OK	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
 <div>1</div>	Verificar nível de óleo hidráulico (entre riscos preto e vermelho do visor)	OK	<input type="checkbox"/>				
	NOK	<input type="checkbox"/>					
 <div>2</div>	Verificar lubrificação no carro de injeção e prato móvel	OK	<input type="checkbox"/>				
	NOK	<input type="checkbox"/>					
 <div>3</div>	Verificar fugas de óleo na unidade de injeção	OK	<input type="checkbox"/>				
	NOK	<input type="checkbox"/>					
 <div>4</div>	Verificar o controle da temperatura do óleo e entrada de material (T14 e T15)	OK	<input type="checkbox"/>				
	NOK	<input type="checkbox"/>					
 <div>5</div>	Verificar fugas de água nas mangueiras de ligação ao molde e fluxômetros	OK	<input type="checkbox"/>				
	NOK	<input type="checkbox"/>					
 <div>6</div>	Verificar fugas de óleo nas válvulas e mangueiras de ligação ao molde	OK	<input type="checkbox"/>				
	NOK	<input type="checkbox"/>					
 <div>7</div>	Verificar fugas de óleo na unidade de fecho	OK	<input type="checkbox"/>				
	NOK	<input type="checkbox"/>					

No caso de detectar alguma anomalia o operador deverá avisar o responsável de módulo de imediato.
(A preencher diariamente no turno das 8h00 às 16h00)

Figura 16: Plano de Manutenção Autônoma

Indicador de Eficiência

Após a implementação das sete etapas descritas anteriormente é feita uma monitorização do desempenho dos equipamentos de modo a avaliar os impactos conseguidos com a aplicação da metodologia. Esta avaliação é suportada por um conjunto de medidas quantitativas para o desempenho e eficiência dos equipamentos.

O indicador de eficiência mais comum utilizado para medir o impacto da TPM é designado por OEE, que provém da expressão inglesa *overall equipment effectiveness*. O OEE fornece uma maneira eficaz de medir e analisar a eficiência de uma única máquina ou de um conjunto de máquinas (Sharma & Kumar, 2006).

O cálculo do OEE inclui três fatores: Disponibilidade (D), Eficiência (E) e Qualidade (Q), sendo a fórmula a seguinte:

$$OEE = (D \times E \times Q) \times 100 (\%)$$

A fórmula do OEE na SP é designada por RO (Rendimento Operacional) e inclui os três fatores mencionados anteriormente mas com outras designações: RU (Rendimento de Utilização), RQT (Rendimento Quantitativo) e o RQL (Rendimento Qualitativo), ilustrados no Quadro 1, sendo a sua fórmula a seguinte:

$$RO = (RU \times RQT \times RQL) \times 100 (\%)$$

Quadro 1: Indicador de eficiência usado na empresa

Rendimento de Utilização (RU)	Rendimento Quantitativo (RQT)	Rendimento Qualitativo (RQL)
Tempo em que o equipamento está efetivamente disponível para produzir.	Capacidade do equipamento produzir à velocidade de referência.	Qualidade obtida pelo equipamento.
$RU = 1 - \frac{TPP}{(TPP + TBP)}$	$RQT = \frac{HT}{HR}$	$RQL = 100 - \frac{PR}{PP}$
TBP= Tempo bruto de produção TPP= Tempo Paragens Próprias	HT= Tempo ao ciclo teórico HR= Tempo real	PR = Peças Rejeitadas PP = Peças Produzidas

O setor automóvel tem padrões de Qualidade muito exigentes, pelo que a SP atingia já níveis de Qualidade de 99,8% de peças sem defeitos (RQL), 99,6% de eficiência (RQT) e de 89,55% de disponibilidade (RU). O enfoque do trabalho desenvolvido foi na melhoria do fator RU, que

registava o pior valor. Neste contexto mais restrito foi criado um indicador específico para medir o impacto da TPM - o RU_{TPM} - enfocado nas paragens que a TPM pode influenciar diretamente.

Na Figura 17, pode-se observar a amarelo as paragens que podem ser afetadas pela TPM e utilizadas para calcular o RU_{TPM} . As paragens a amarelo foram seleccionadas pelo orientador de estágio no âmbito do qual se desenvolveu este trabalho (diretor da manutenção).

A fórmula utilizada para o seu cálculo é a seguinte:

$$RU_{TPM} = 1 - \left(\frac{\text{Total das Paragens TPM}}{\text{Time Versus} + \text{Total das Paragens TPM}} \right) \times 100 (\%)$$

Total das paragens TPM - Paragens da Produção (1A +1C+1H+1L) + Paragens da Manutenção (6A+6B+6C+6D).

Time Versus – Tempo real que a máquina trabalhou (retirado do diário de produção).

SECTOR	CL.	Descrição Paragem
PRODUÇÃO	1A	Afinação
	1B	Espera Afinador
	1C	Afinação Periférico
	1D	Falta Operador
	1E	Falta Equipamento (Especificar)
	1F	Rendição
	1G	Ensaio (Facturavel)
	1H	Limpeza Molde
	1I	Erro Operação
	1J	Arranque Semanal
	1K	M.P. Mal Estufada
	1L	Afinação Robot
SMED	MUDANÇA MOLDE	3A Mudar Molde
		3B Afinação Robot / M.Presa
		3C Afinação Periférico
		3D Afinação Arranque
		3E M.P. Mal Estufada
		3F Mudança não Planificada
		3G Molde não Alocado
		3H Limpeza do Fuso
		3I Mudar Versão
		3J Mudar Cor
LOGIST.		4A Falta Embalagem
		4B Falta Acessórios
		4C Falta M.P.
		4D M.P. Trocada
QUALIDADE	5A	Paragem Qualidade (Especificar)
MANUT.	6A	Avaria Molde
	6B	Avaria Máquina
	6C	Avaria Robot
	6D	Avaria Periférico
TNA	6E	Falta Energia
	2A	Paragem Técnica
	2B	Fim Semana
	2C	Ensaio (Interno)
	6E	Manutenção Programada




Figura 17: Paragens da fábrica





Fonte: Dados empresa

5.1 Descrição dos problemas e ações de melhoria implementadas na KM 300I

A implementação da TPM na SP iniciou-se em Março de 2011 numa máquina protótipo designada por KM 300 I, que se localiza na nave 3. Esta implementação permitiu detetar vários problemas e implementar várias ações de melhoria. No Quadro 2 apresentam-se alguns exemplos ilustrativos do trabalho realizado.

Quadro 2: Ilustração de alguns problemas identificados e melhorias introduzidas na KM 300 I

Descrição da situação	Ação de melhoria
<p>Problema I: Falta de segurança para aceder à parte superior da máquina</p> <p>Quando o operador necessitava de aceder a algum local na parte superior da máquina (ex. tremonha) não existia segurança suficiente. Os operadores utilizavam o cilindro como degrau para subir e este podia possuir grãos de matéria-prima, juntamente com óleos. Isto aumentava o risco do operador ter uma queda e a degradação do cilindro.</p> 	<p>Colocação de um degrau e corrimão</p> <p>Para o operador subir em segurança colocou-se um patamar por cima do cilindro antiderrapante e um corrimão para se apoiarem na subida. Assim permitiu-se a redução do número de acidentes e a melhoria do aspeto visual.</p> 
<p>Problema II: Bomba de vácuo não fixa, degradação da pintura</p> <p>A bomba de vácuo não se encontrava fixa e com a vibração da máquina esta movimenta-se ao longo da máquina, ficando sujeita a quedas, potenciais avarias e degradação da pintura.</p> 	<p>Fixação da bomba de vácuo, pintura da área degradada</p> <p>Recolocou-se a bomba de vácuo com um suporte adequado na lateral da máquina sem dificultar o acesso, fixando a mesma. Para melhorar o aspeto visual pintou-se a área degradada pela bomba de vácuo.</p> 

Descrição da situação	Ação de melhoria
<p>Problema III: Mangueira de ar solta</p> <p>A mangueira de ar comprimido (azul) encontrava-se solta pela máquina existindo alguma dificuldade em manuseá-la e arrumá-la. Esta possuía um comprimento inadequado e não existia um local fixo para guardar quando não estivesse a ser utilizada.</p> 	<p>Colocação de um desenrolador de ar</p> <p>Para colmatar a situação anterior, colocou-se um desenrolador que facilita a arrumação da mangueira e o seu manuseamento.</p> 
<p>Problema IV: Cabo do robot danificado</p> <p>O cabo que liga ao robot estava bastante danificado o que provocava mau contato.</p> 	<p>Substituição do cabo</p> <p>Colocou-se um cabo novo para que não existam quebras na passagem do sinal (mau contato).</p> 

Fonte: Dados da empresa

5.2 Descrição dos problemas e ações de melhoria implementadas na nave 5

Na nave 5 da SP, foi onde decorreu este projeto. A nave 5 é a mais antiga e a que possui dimensões maiores (com cerca de 3300 m² de área). A nave possui 21 máquinas de injeção sendo 2 máquinas de ensaio utilizadas por várias empresas para testarem as suas peças.

O funcionamento da nave ocorre em três turnos cinco dias por semana, podendo algumas máquinas trabalharem aos sábados dependendo da carga de trabalho. Esta é a nave onde se produzem as peças com maiores dimensões (ex. cavas da roda e peças da mala). De seguida vão ser apresentadas alguns problemas/melhorias que foram efetuadas no âmbito da TPM.

Quadro 3: Ilustração de alguns problemas identificados e melhorias introduzidas na nave 5

Descrição da situação	Ação de melhoria
<p>Problema I: Falta de visibilidade para o interior da tremonha</p> <p>A tremonha (delineada a vermelho) é o local onde se encontra a matéria-prima antes desta seguir para câmara de plastificação. A tremonha era feita de latão, impedindo a visibilidade para o seu interior, e dificultando a monitorização do volume e da qualidade da matéria-prima por parte dos operadores.</p> 	<p>Colocação de uma tremonha em acrílico</p> <p>Foi colocada uma nova tremonha em acrílico, que permite ver quando a matéria está a acabar, e ver se a matéria-prima está uniforme. Facilita ainda, a limpeza da tremonha porque permite ver se existem partículas no seu interior ou não. Esta ação permitiu diminuir o número de paragens e defeitos.</p> 
<p>Problema II: Fugas de óleo</p> <p>Existiam diversas fugas de óleo geradoras de desperdícios. A figura ao lado representa uma fuga de óleo no carro de injeção</p> 	<p>Limpar, detetar, corrigir fugas</p> <p>Para minimizar as fugas de óleo optou-se por limpar, detetar e corrigir as fugas (ex. substituição de mangueiras e aperto de uniões). Como o equipamento é antigo não é possível eliminá-las na totalidade, sendo realizado bastante trabalho para diminuir essas fugas.</p> 

Descrição da situação

Ação de melhoria

Problema III: Falta de segurança para aceder à tremonha

Existia bastante dificuldade em subir para a tremonha ou à parte superior da máquina (ex. limpar tremonha), uma vez que não existia um local próprio para o fazer, existindo falta de segurança.



Colocação de escadas e corrimão

Para colmatar a situação anterior, colocaram-se umas escadas com o corrimão na parte superior para que quando o operador necessitar de aceder a essas partes da máquina tenha a devida segurança.



Problema IV: Excesso de mangueiras

Esta máquina possuía um excesso de mangueiras que não eram utilizadas. Quando era necessário trocar as mangueiras os técnicos demoravam bastante tempo porque as mangueiras não se encontravam identificadas, e para descobrir a mangueira correta era necessário verificar quase todas as mangueiras.

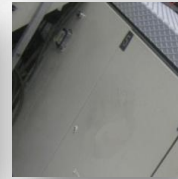






Retirar mangueiras desnecessárias, obsoletas e reorganiza-las

Para colmatar esta situação fez-se um levantamento das mangueiras que são obrigatórias permanecer na máquina e as que não eram necessárias retiraram-se, sendo agora fácil de identificar as mangueiras e o tempo de troca/procura diminuiu.



Descrição da situação	Ação de melhoria
<p>Problema V: Falta de sinalização de perigo</p> <p>Nas máquinas de injeção existia falta de sinalização de perigo de irradiação de calor (ex. zona bico de injeção), perigo de queda (ex. subida à tremonha), perigo de piso escorregadio (ex. locais onde existem óleos frequentes no chão) e perigo de electrocução (ex. zonas do quadro eléctrico).</p>	<p>Colocação de sinalização de perigo</p> <p>Para que as máquinas de injeção estejam devidamente sinalizadas colocaram-se as respectivas sinalizações de perigo nas zonas propícias, para que qualquer pessoa que pertença à organização ou externa possa identificar essas zonas e se diminuam os acidentes.</p>
<p>Problema VI: Botão de emergência mal sinalizado</p> <p>O botão de emergência (vermelho) é utilizado quando a máquina tem de ser parada repentinamente ou em caso de acidente. Neste caso, o botão não estava bem situado porque estava no corredor de passagem e qualquer pessoa podia tocar lá e a máquina parar sem nenhuma causa que o justifique.</p>	<p>Recolocar botão de emergência</p> <p>Para colmatar esta situação deslocou-se o botão para a parte lateral da máquina e assim existe menor probabilidade do botão de emergência ser tocado e a máquina parar sem causa aparente.</p>



Descrição da situação	Ação de melhoria
<p>Problema VII: Pintura degradada</p> <p>A pintura da máquina estava degradada provocando um impacto visual negativo.</p> 	<p>Pintura da máquina</p> <p>A máquina foi toda pintada para se aproximar e restaurar a condição inicial da máquina.</p> 
<p>Problema VIII: Porta da zona do fecho do molde danificada</p> <p>As máquinas de injeção são protegidas na sua maioria por portas as quais possuem acrílicos. Neste caso não existia proteção na zona do molde (concretamente no fecho do molde), pelo que qualquer pessoa tinha acesso a essa zona podendo ocorrer algum acidente ou a máquina parar desnecessariamente por algum motivo.</p> 	<p>Colocação da porta com os devidos acrílicos</p> <p>Para colmatar a situação anterior colocaram-se as proteções devidas e dividiu-se a proteção em duas, porque nem sempre é necessário abrir as duas proteções (quando for necessário abrem-se as duas quando não for não abre-se só uma). A colocação da porta permitiu uma redução dos perigos associados.</p> 

Descrição da situação	Ação de melhoria
<p>Problema IX: Fuga de ar no robot</p> <p>O robot é utilizado para retirar a peça de dentro do molde e coloca-la na linha de montagem. Este tinha uma fuga de ar no pneumático, apesar de ele funcionar normalmente existia ar que estava a ser libertado desnecessariamente (com custos associados).</p>	<p>Detetar e solucionar fuga de ar</p> <p>Deste modo, detetou-se de onde era a fuga e reparou-se de modo a que não volte a acontecer.</p>
<p>Problema X: Necessidade de um desenrolador de ar comprimido</p> <p>Na nave cinco só existia um desenrolador de ar comprimido. Quando era necessário limpar a máquina em sítios minuciosos tinha-se que ir buscar e por vezes estava a ser utilizado (a máquina não era limpa) ou a mangueira vinha ao longo da nave e podia ser trilhada.</p>	<p>Colocação de um desenrolador de ar comprimido</p> <p>Para colmatar as ações referidas anteriormente foi colocado em cada máquina um desenrolador de ar comprimido para que quando for necessário ser utilizado e não existir desperdício de tempo na sua procura.</p>

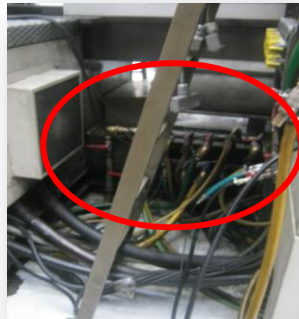


Descrição da situação

Ação de melhoria

Problema XI: Dificil acesso ao coletor de água

Os coletores de águas são locais onde existem fugas frequentemente. Neste caso o acesso para detetar as fugas era complicado e a limpeza não era efetuada da melhor forma porque não existia espaço suficiente para o fazer.



Recolocação do coletor de água

Retirou-se o coletor para a parte mais lateral da máquina, modificaram-se as mangueiras necessárias e assim a manutenção do coletor ficou mais facilitado. A limpeza também melhorou e a deteção das fugas também se tornou mais evidente.



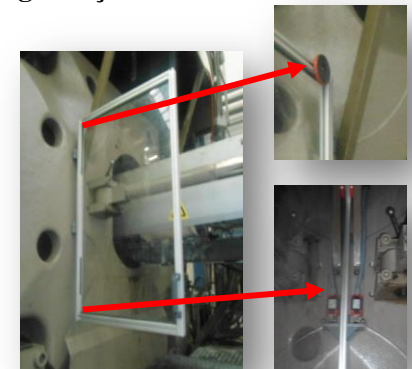
Problema XII: Falta de segurança no bico de injeção





A zona do bico de injeção não possuía nenhuma proteção podendo ser expelido algum material a temperaturas elevadas e queimar os operadores ou outras pessoas que estivessem nesse local.



Colocação de uma porta em acrílico com segurança ativada

Para colmatar a situação colocou-se uma porta em acrílico em ambos os lados com um íman que segura a porta e com as seguranças ativadas. Quando esta porta se abre a máquina pára, para que não exista nenhum perigo associado.



Descrição da situação	Ação de melhoria
<p>Problema XIII: Fios espalhados pelo corredor</p> <p>Existiam fios espalhados pelo corredor que dificultavam a passagem no corredor, e que estavam sujeitos a ser trilhados. Nesse caso, posteriormente, existiria mau contato na ligação dos periféricos.</p> 	<p>Colocar calha para proteger fios</p> <p>Colocou-se uma calha onde os fios ficam resguardados e o corredor fica mais livre, não existindo perigo de tropeçar nos fios e estes desligarem o periférico.</p> 
<p>Problema XIV: Excesso de calor e perda de energia</p> <p>Existia uma perda de calor no cilindro de injeção e durante o Verão os operadores queixavam-se do excesso de calor que vinha daquela zona.</p> 	<p>Implementar mantas térmicas no cilindro de injeção</p> <p>Para diminuir o excesso de calor colocaram-se mantas térmicas no cilindro de injeção as quais não deixam passar o calor para a zona de fora não existindo perda de energia.</p> 

Manta Térmica

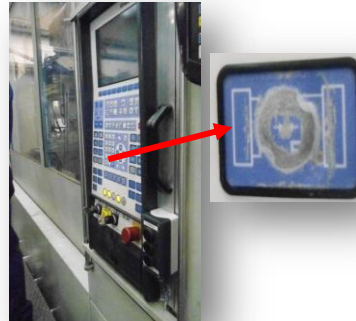
Descrição da situação	Ação de melhoria
<p>Problema XV: Grelhas dos filtros danificadas</p> <p>As grelhas dos filtros encontravam-se partidas e a acumulação de poeiras e resíduos no filtro é maior, provocando aspeto visual negativo.</p> 	<p>Colocação de grelhas de filtros novas</p> <p>Colocaram-se as grelhas para que os filtros fiquem protegidos e exista melhoria do aspeto visual.</p> 
<p>Problema XVI: Luz de alarme fundida</p> <p>Quando existe alguma avaria da máquina a luz de alarme devia ligar e ficar intermitente até a avaria ser arranjada. Neste caso estava fundida e não se conseguia ver visualmente se existia alguma máquina avariada.</p> 	<p>Colocação de uma luz de alarme nova</p> <p>Para que visualmente se consiga ver as máquinas que se encontram avariadas colocou-se uma luz de alarme nova.</p> 

Descrição da situação

Ação de melhoria

Problema XVII: Mau contato no botão de fecho e abertura do molde

Com o passar dos anos, os botões do comando da máquina começam a ter mau contato. Neste caso, era necessário regularmente repará-los (existindo bastante desperdício de tempo na sua reparação uma vez que o molde tem de ser aberto e fechado muitas vezes).



Reparar botão e colocar alternativos

Reparou-se o botão do comando da máquina e ao lado colocaram-se uns alternativos para que quando ocorra o mau contato não se perca tempo na sua reparação.



Problema XVIII: Acumulação de purga

Quando existe o recuo do bico de injeção este liberta a purga para a mudança de cor. Por vezes, essa zona não era limpa e existia acumulação de purga.



Colocação de um tabuleiro

Para ser mais simples de limpar colocou-se um tabuleiro na zona onde cai a purga e no final os operadores podem pegar nele sem se queimarem e deitarem ao lixo não existindo acumulação na máquina.



Descrição da situação

Ação de melhoria

Problema XIX: Falta do manípulo do geral da máquina

O manípulo do geral encontrava-se muito exposto e os empilhadores assim como, os caixotes de matéria-prima podiam encostar-se ao manípulo com alguma força e partia-se.



Criar proteção e colocar manípulo do geral da máquina

Além da substituição do manípulo criou-se um sistema de proteção e embutiu-se o manípulo numa cavidade no interior da máquina, para que este fique protegido, operacional e assim os empilhadores e os caixotes de matéria-prima podem-se encostar mas não o danificam tão facilmente.



Problema XX: Dificuldade no acesso á zona de fecho




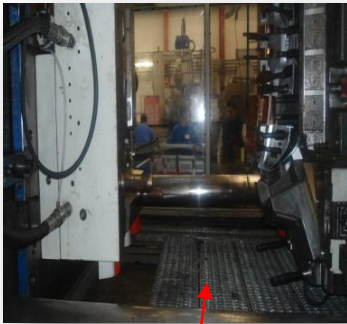
Existia dificuldade no acesso à zona de fecho (zona mostrada na figura) da máquina de injeção. Regularmente o acesso a esta zona é efetuado. Sempre que o pessoal da manutenção ou os operadores precisassem de aceder a esta zona o acesso era difícil.



Criação de uma porta na zona de fecho

Para facilitar o acesso criou-se uma porta na parte de trás da máquina (zona de fecho da máquina) com as seguranças ativadas. Quando for necessário abre-se a porta e o operador ou o técnico de manutenção deslocam-se ao interior do equipamento.



Descrição da situação	Ação de melhoria
<p>Problema XXI: Ficha elétrica danificada</p> <p>A ficha elétrica estava bastante danificada existindo o perigo de eletrocussão.</p> 	<p>Restauro da ficha elétrica</p> <p>Reparou-se a ficha elétrica para que tenha a devida segurança</p> 
<p>Problema XXII: Seguranças desativadas na zona do molde</p> <p>A não existência do respetivo estrado podia causar falha na segurança, podendo colocar em risco a vida dos colaboradores da empresa.</p> 	<p>Ativação das seguranças</p> <p>Para qualquer pessoa aceder ao interior da máquina em segurança colocou-se o estrado e ativaram-se as seguranças. Quando o estrado detetar uma pessoa ele automaticamente pára a máquina, diminuindo o risco de acidentes.</p>  <div data-bbox="1832 1157 1982 1204" style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">Estrado</div>

Fonte: Dados da empresa

5.3 Análise e discussão dos resultados da implementação da TPM

No início do processo de implementação da TPM, notou-se que os operadores não encararam com “bons olhos” a metodologia, pois pensavam que era um acréscimo de trabalho e como não existiam muitas máquinas com a TPM implementada, não conseguiam ver as vantagens que esta trazia.

Com o decorrer da implementação, a participação dos operadores tornou-se cada vez maior e estes demonstravam maior interesse em contribuir nas várias actividades.

Na SP verificou-se que o contributo dos operadores e a sua envolvimento foi fulcral nas 7 etapas mencionadas anteriormente, só assim foi possível detetar, realizar as várias ações de melhoria e restaurar o equipamento à sua condição inicial. Verificou-se também, que quanto mais os operadores estão envolvidos na implementação mais recetivos, motivados e cooperativos se encontram.

Ao desenvolver a manutenção autónoma nos operadores, quer através dos planos de manutenção autónoma, quer através da deteção das anomalias no posto de trabalho numa fase inicial tornou-os responsáveis pelo seu posto de trabalho.

Por último, pode-se aferir que no final da implementação da metodologia TPM numa máquina houve a mudança de atitude dos operadores, aumento da satisfação e da responsabilidade destes para com a SP, o que se traduz no aumento de produtividade e redução de desperdícios.

Os operadores foram os elementos chaves deste processo, juntamente com as outras partes envolvidas que permitiram alcançar os resultados abaixo mencionados.

Resultados obtidos na KM 300I

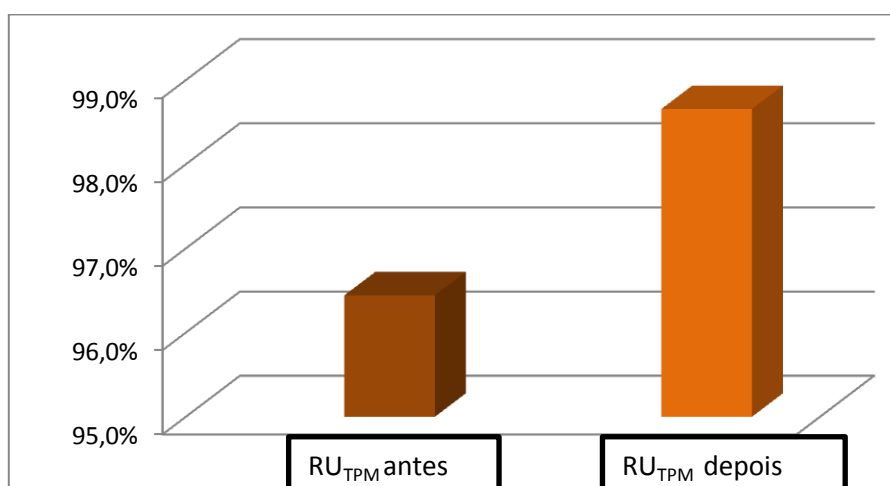


Gráfico 1: RU_{TPM} KM 300I

O Gráfico 1, apresenta a evolução do RU_{TPM} na primeira máquina onde se implementou a TPM. Pode-se observar que existe uma subida de 2,2 % no RU_{TPM} até ao momento. Os valores obtidos verificam-se no mesmo período mas em anos diferentes (Junho 2010 a Abril 2011 e Junho 2011 a Abril 2012). As ações implementadas na seção 5.1 contribuíram para este aumento, mas existem outras ações não mencionadas que também fazem parte.

O indicador de eficiência ilustrado no Gráfico 1, representa o potencial de melhoria de uma só máquina, situação em que os dados já se encontram estáveis, caso contrário não era plausível calcular este indicador individualmente.

Resultados obtidos na fábrica

Através do indicador de eficiência, RU_{TPM} , o qual é calculado tendo por base as paragens que são afetadas diretamente pela TPM, Figura 17, é possível ver de seguida quais os impactos deste na SP. O Gráfico 2 oferece uma visão geral dos resultados obtidos, incluindo todas as máquinas da fábrica. Até ao momento existem dezasseis máquinas com a TPM implementada e o seu contributo já é visível de um ano para o outro. Apesar dos valores estarem diluídos porque ainda faltam implementar em trinta e uma máquinas a TPM, o aumento do desempenho dos equipamentos é notável.

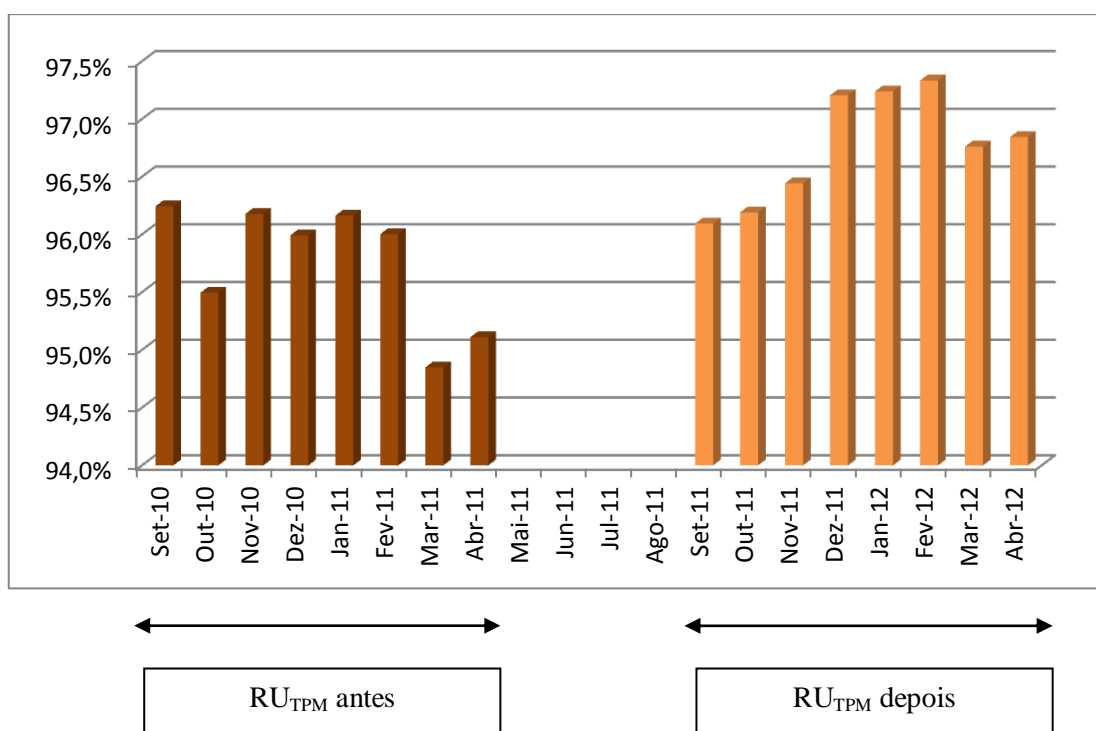


Gráfico 2: RU_{TPM} fábrica

Deste modo, pode-se observar que as máquinas onde a TPM está implementada contribuem para o aumento do desempenho da fábrica, aumentando a disponibilidade do equipamento o que por sua vez implica diminuição paragens/avarias. A título de exemplo no mês de Fevereiro de 2011 o RU_{TPM} é de 96% e no mesmo mês em 2012 é de 97,25%. O aumento de 1,25% na disponibilidade é moderado devido ao fato de as máquinas terem já uma eficiência e uma disponibilidade elevada. As ações implementadas na seção 5.2 contribuíram para este aumento, mas existem outras ações não mencionadas que também fazem parte.

No Gráfico 2, visualiza-se também, que comparando os vários meses de um ano para o outro, a partir de Outubro, existe sempre uma melhoria. Em 2012 observam-se melhorias mensais, exceto em Março devido a uma quebra de produção (cerca de 20%) que retardou o tempo de implementação de melhorias.

Os resultados apresentados são referentes ao período de estágio (Setembro 2011 a Abril 2012) e aos mesmos meses mas antes da implementação da TPM, o período em branco no gráfico refere-se à fase em que apenas existia uma máquina (KM 300 I) com TPM implementada e os resultados foram mostrados anteriormente e também, como não tinha dados para comparar o depois (Maio 2012 a Agosto de 2012) porque já não me encontro na empresa, não achei pertinente colocar esse intervalo.

Em suma, pode-se constatar que o contributo da TPM é visível e é uma metodologia que se consegue mostrar resultados quer a nível quantitativo, operacional e visual.

Capítulo 6 - Conclusão

A metodologia TPM permite melhorar o desempenho dos equipamentos, sendo usada por grande parte das indústrias a fim de se tornarem mais competitivas e inovadoras.

Após oito meses passados na Simoldes Plásticos SA, na qual participei na implementação do projeto TPM, obtive resultados bastantes satisfatórios, visto que, a implementação do meu projeto permitiu quer a redução dos custos quer o aumento da produtividade.

Durante o período de tempo que permaneci na empresa tive o cuidado de manter a informação devidamente organizada e identificada com o intuito de facilitar e assegurar a continuação da implementação deste projeto, tendo em conta que o seu término será no final de Dezembro 2012.

Com a implementação da TPM foi possível verificar que a simplicidade de determinadas ações trazem inúmeras vantagens para a organização e para o operador. Adicionalmente, a implementação da TPM cria um sentimento de apropriação no próprio operador, que se sente uma mais-valia: o sentimento de serem “donos” do seu equipamento aumenta a atenção à manutenção e manuseamento do mesmo.

A implementação da TPM não é isenta de dificuldades, destacando-se a resistência na mudança de mentalidade dos operadores e o cumprimento do tempo imposto para a implementação de melhorias. Por ser uma abordagem de melhoria contínua, a TPM permite a mudança gradual das mentalidades de grande parte dos operadores. O preenchimento do Plano de Manutenção Autónoma diariamente, é uma tarefa fundamental.

Apesar das dificuldades encontradas no decorrer da implementação, os resultados obtidos neste curto espaço de tempo permitiram ver o potencial e a importância da TPM.

A TPM, complementada com a motivação dos colaboradores, revelou-se uma boa metodologia para a resolução dos problemas encontrados, contribuindo de forma positiva para a melhoria contínua da fábrica, aumentando a sua produtividade, o desempenho dos equipamentos e a motivação da força de trabalho.

A metodologia TPM despertou nos operadores o sentimento “do meu posto trabalho cuido eu” e esta foi encarada não como um acréscimo de trabalho, mas sim uma forma diferente de realizar as tarefas.

Referências Bibliográficas

- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2007). An evaluation of TPM implementation initiatives in an Indian manufacturing enterprise. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 13(4), 338-352.
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Assessment of contributions of successful TPM initiatives towards competitive manufacturing. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 14(4), 356-374.
- Ahuja, I. P. S., & Kumar, P. (2009). A case study of Total productive maintenance implementation at precision tube mills. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 15(3), 241-258.
- Al-Najjar, B. (1996). Total quality maintenance - An approach for continuous reduction in costs of quality products. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 2(3), 4-20.
- Bamber, C.J., Sharp, J.M. and Hides, M.T. (2000). Developing management systems towards integrated manufacturing: a case study perspective. *Integrated Manufacturing Systems*, 11(7), 454-461.
- Cabral, J. P. S. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção: dos conceitos à prática* (5ª ed.).
- Chaneski, W.S. (2002). Total productive maintenance - an effective technique. *Modern Machine Shop*, 75(2), 46-48.
- Corrigan, J. (1995). The art of TQM. *Quality Progress*, 28, 61-64.
- Cuaa, K. O., McKone, K. E., & Schroeder, R. G. (2001). Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. *Journal of Operations Management* 19, 675-694.
- Department of Trade and Industry. The Original Quality Gurus Retrieved 14-2-2012, from www.dti.gov.uk/quality/gurus.
- Duarte, B. P. M. (2009). Notas de Apoio à Disciplina de Gestão da Qualidade: Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2011). *The Management and Control of Quality* (8th ed.): South-Western.
- Galvão, D. H. d. A. (2008). *Manutenção Autônoma e Preventiva – TPM modelo BOSCH*. Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system. *Management Decision*, 46(4), 565-579.
- Goetsch, D. L., & Davis, S. B. (1997). *Introduction to Total Quality: quality management for production, processing, and services* (2nd ed.). Library of Congress.
- Gomes, P. J. P. (2004). A evolução do conceito de Qualidade: dos bens manufacturados aos serviços de informação, from <http://eprints.rclis.org/bitstream/10760/10401/1/GomesBAD204.pdf>.
- Gouveia, J. B. (2007). Notas de Apoio à Disciplina de Gestão da Qualidade: Universidade de Aveiro.
- Lages, S. (2011). *Otimização Energética na Empresa Simoldes Plásticos S.A.* Mestrado, Instituto Superior de Engenharia do Porto.

- Lisboa, I. S. T. Tecnologia Mecânica Retrieved 3 de Maio, 2012, from <http://in3.dem.ist.utl.pt/mscdesign/02ed/01tecmecc/file6.pdf>.
- Lourenço, A., & Sopas, L. (2003). A internacionalização do Grupo Simoldes :Um estudo de caso de um fornecedor de componentes para a indústria automóvel.
- Maggard, B. N., & M.Rhyne, D. (1992). Total Productive Maintenance:A timely integration of production and maintenance. *Production and Inventory Management*, 33(4), 6-9.
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: total productive maintenance P. Press (Ed.) (pp. 129).
- Neto, E. S. B. (2009). *Melhoria Contínua na Inforlândia*. Mestrado, Universidade de Aveiro.
- Nunes, P. (2008). Conceito de Círculos de Qualidade Retrieved 13-3, 2012, from <http://www.knoow.net/cienceconempr/gestao/circulosdequalidade.htm>.
- Oakland, J. S. (1988). Total Quality Management. Retrieved from http://www.iem.unifei.edu./turrioni/PosGraduacao/PQM07/TQM_aula_2_e_3/TQMbyOakl and.pdf.
- Park, K. S., & Han, S. W. (2001). TPM—Total Productive Maintenance: Impact on Competitiveness and a Framework for Successful Implementation. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 11(4), 321–338.
- Peralta, R. (2001). *Optimização e controlo do processo de moldação por injeção*. Licenciatura, Universidade de Aveiro.
- Pinto, J. P. (2009). Melhoria Contínua Retrieved 24-1-2012, from <http://www.slideshare.net/Comunidade Lean Thinking/melhoria-continua>.
- Pires, M. J. (2009). Introdução à Gestão da Qualidade: Fundamentos, Conceitos e Evolução da Qualidade: Universidade de Aveiro.
- Rodrigues, A. P. L. T. (2007). *Implementação de sistemas de Qualidade e Mudanças Organizacionais - O caso da Cabo Verde Telecom*. Licenciatura em Administração e Controlo Financeiro, Universidade Jean Piaget de Cabo Verde.
- Rodrigues, M., & Hatakeyama, K. (2006). Analysis of the fall of TPM in companies. *Journal of Materials Processing Technology* 179, 276-279.
- Rotaru, A. (2008). Total Productive Maintenance Overview, from <http://www.docstoc.com/docs/20364153/Total-Productive-Maintenance-Overview>.
- Seth, D., & Tripathi, D. (2006). A critical study of TQM and TPM approaches on business performance of Indian manufacturing industry. *Total Quality Management*, 17(7), 811-824.
- Sharma, R. K., Kumar, D., & Kumar, P. (2006). Manufacturing excellence through TPM implementation: a practical analysis. *Industrial Management & Data Systems*, 106(2).
- Simoldes Plásticos, S. A. (2010). Formação em TPM- Total Productive Maintenance.
- Soares, C. S. (2004). *As Ferramentas de Comunicação Interna na Gestão para a Qualidade*. Projeto Experimental do Curso de Comunicação Social.
- Sousa, M. I. d. S. H. F. d. (2009). *A avaliação da satisfação dos colaboradores do atendimento do Centro Distrital de Viana do Castelo*. Mestrado em Ciências da Educação, Universidade Fernando Pessoa.
- Sousa, R. D. O. d. (2007). *Qualidade na Administração Pública - O Impacto da Certificação ISO 9001:2000 na Satisfação dos Municípios*. Mestrado, Universidade do Minho.
- Wang, F.K. (2006). Evaluating the efficiency of implementing total productive maintenance. *Total Quality Management*, 17 (5), 655-67.

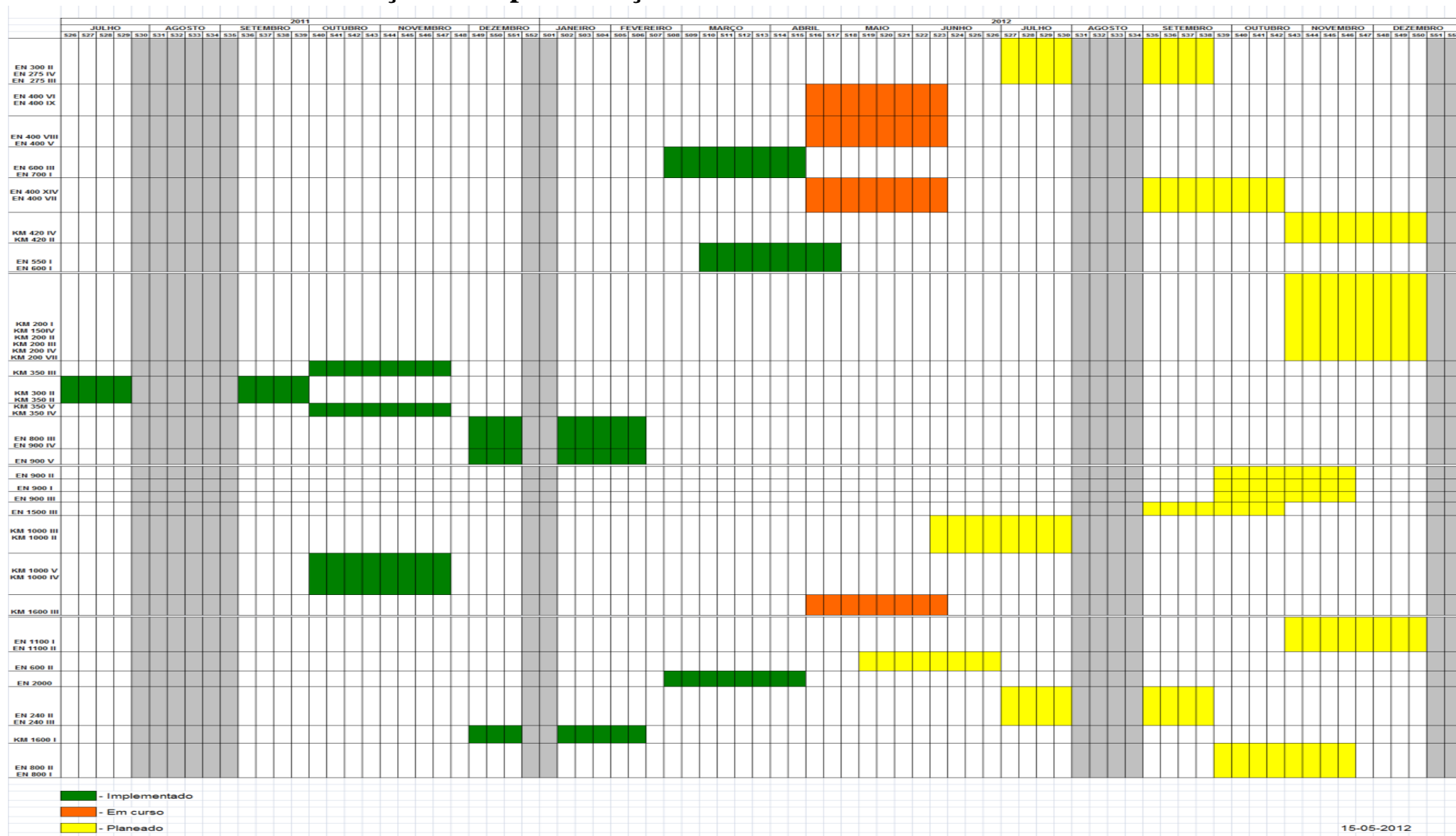
Wireman, T. (1990). Total Productive Maintenance: An American Approach. *Industrial Press*, New York.

Venkatesh, J. (2009). An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM) Retrieved 18-1-2012, from http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml.

Venkatraman, S. (2007). A framework for implementing TQM in higher education programs. *Quality Assurance in Education*, 15 (1), 92-112.

Anexos

Anexo 1 – Calendarização da implementação da TPM na SP



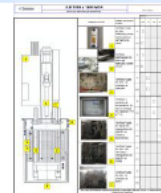
15-05-2012

Anexo 3 – Exemplo de um folheto de instrução para realização do PMA



TPM – Simoldes Plásticos

Plano de manutenção autónoma (KM 1000IV e 1000V)



1. Verificar nível de óleo hidráulico (entre riscos preto e vermelho do visor)

A máquina nunca deve parar por falta de óleo, para tal deve-se verificar o nível do óleo que deve estar entre o risco preto e o risco vermelho, quando o nível do óleo está no risco vermelho significa que é necessário a recolocação de mais óleo na máquina.

1º Passo: Dirigir-se ao local **1** ;

2º Passo: Verificar o nível do óleo;

3º Passo: Registrar OK ou NOK;

OK- Está dentro do conforme;

NOK- Não está dentro do conforme

2. Verificar lubrificação no carro de injeção e molde

Deve existir lubrificação suficiente para que o carro de injeção se desloque com as devidas condições e sem criar atrito.

1º Passo: Dirigir-se ao local **2** ;

2º Passo: Verificar estado da lubrificação;

3º Passo: Registrar OK ou NOK;

3. Verificar fugas de óleo na unidade de injeção

Para o bom funcionamento da máquina, é fulcral que não exista fugas de óleo, sendo necessário verificar, periodicamente, se existe a libertação de óleos.

1º Passo: Dirigir-se ao local **3** ;


2º Passo: Verificar se existe óleo derramado nesta zona;

3º Passo: Registrar OK ou NOK ;

4. Verificar o controlo da temperatura do óleo e entrada de material

O controlo da temperatura permite a antevisão de um problema e assim pode-se atuar sobre este, de modo a evitar males maiores. Para se proceder a esta verificação basta:

1º Passo: Dirigir-se ao local **4** ;


2º Passo: Premir a tecla  ;

3º Passo: Verificar se os valores das colunas correspondentes T14 e T15 rondam os 40°, contudo existe uma tolerância de 10°, podendo esta oscilar entre o 50 e 30°;

4º Passo: Registrar OK ou NOK

5. Verificar fugas de água nas mangueiras de ligação ao molde e fluxómetros

Todo o molde necessita de água quer para o aquecimento quer para o arrefecimento do molde, sendo que também é utilizada para arrefecer a unidade de injeção. Fugas de água leva à ineficiência do processo e à deterioração do equipamento, para evitar que isto aconteça é necessário verificar se existe fugas de água.


1º Passo: Dirigir-se ao local  ;

2º Passo: Verificar se existe de água derramada nestas zonas;

3º Passo: Registrar OK ou NOK ; unidade de injeção

6. Verificar fugas de óleo nas válvulas e mangueias de ligação ao molde

Existem pontos-chave na máquina sobre os quais é mais provável o óleo verter. Dois desses pontos são as válvulas e mangueiras de ligação ao molde. Deve-se portanto fazer uma verificação mais regular nesses pontos.


1º Passo: Dirigir-se ao local  ;

2º Passo: Verificar se existe óleo derramado nesta zona;

3º Passo: Registrar OK ou NOK ;

7. Verificar fugas de óleo na unidade de fecho

A unidade de fecho é uma área sobre a qual o óleo poderá verter. Uma verificação a este nível pode evitar desperdícios de óleo e mau funcionamento do equipamento.

1º Passo: Dirigir-se ao local  ;

2º Passo: Verificar se existe óleo derramado nesta zona;

3º Passo: Registrar OK ou NOK;

Nota: Em caso de NOK pede-se ao colaborador que comunique de imediato o responsável de módulo, para este fazer o pedido de intervenção e assim atuar-se o mais rapidamente possível sobre a anomalia.

Anexo 4 – Exemplo de um cartaz colocado junto ao equipamento durante a implementação da TPM nessa máquina



TPM em curso


TPM (Manutenção Produtiva Total) - Sistema de gestão que procura a melhoria contínua através da diminuição das perdas, minimização dos defeitos, desperdícios, acidentes, falhas e quebras em toda a cadeia de produção.




<p>Ocorrência Nº: 1</p> <p>Descrição: Bumbo de vácuo solto / Chapa emperrada e pintura degradada</p> <p>Ação: Ajustar bumbo / Desemperrar e pintar chapa</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Man. Mec. / Op.</p> <p>Concluído</p>	<p>Ocorrência Nº: 8</p> <p>Descrição: Porta-documentos com estado degradado</p> <p>Ação: Colocar porta-documentos em acrílico para os programas dos robots</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Resp. Ustulio</p> <p>Concluído 07-Set</p>	<p>Ocorrência Nº: 14</p> <p>Descrição: Botão de emergência da máquina muito exposto</p> <p>Ação: Deslocar para a lateral da máquina ficando protegido de encostos acidentais</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Electricista</p> <p>Concluído 16-Set</p>
<p>Ocorrência Nº: 2</p> <p>Descrição: Mangueiras do ar e cabos das bancadas espalhados pelo chão</p> <p>Ação: Passar mangueiras e cabos junto à máquina pelo ar</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: MS / AM / PF</p> <p>Concluído</p>	<p>Ocorrência Nº: 9</p> <p>Descrição: Mangueira do ar solta na máquina</p> <p>Ação: Colocar um desentrelaçador de mangueira</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Man. Mec.</p> <p>Concluído 16-Set</p>	<p>Ocorrência Nº: 15</p> <p>Descrição: Estufa sobredimensionada (KM 350 B)</p> <p>Ação: Substituir estufa</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Man. Mec.</p> <p>Concluído</p>
<p>Ocorrência Nº: 4</p> <p>Descrição: Escada em zona incómoda</p> <p>Ação: Passar escada para o lado interior da porta da máquina</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Man. Mec.</p> <p>Concluído 21-Set</p>	<p>Ocorrência Nº: 10</p> <p>Descrição: Acesso à zona de ajuste de dia dificultado</p> <p>Ação: Colocar uma porta de acessibilidade à zona de ajuste de dia</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Man. Mec.</p> <p>Concluído 12-Set</p>	<p>Ocorrência Nº: 16</p> <p>Descrição: Tampo da máquina desprotegido (KM 350B)</p> <p>Ação: Colocar protecção</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Man. Mec.</p> <p>Concluído 29-Set</p>
<p>Ocorrência Nº: 5</p> <p>Descrição: Bancada de rejeitados em zona de passagem</p> <p>Ação: Passar a bancada de rejeitados para o topo da bancada</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Man. Mec.</p> <p>Concluído 18-Set</p>	<p>Ocorrência Nº: 11</p> <p>Descrição: Colocar parafusos de cunhas e pegos para facilitar acesso de manutenção</p> <p>Ação: Colocar parafusos de cunhas e pegos para facilitar acesso de manutenção</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Man. Mec.</p> <p>Concluído 13-Set</p>	<p>Ocorrência Nº: 17</p> <p>Descrição: Comando da máquina solto</p> <p>Ação: Ajustar fixações do comando</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Man. Mec.</p> <p>Concluído 16-Set</p>
<p>Ocorrência Nº: 6</p> <p>Descrição: Excesso de iluminação durante o dia</p> <p>Ação: Colocar interruptor duplo para reduzir a iluminação durante o dia</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Electricista</p> <p>Concluído 08-Set</p>	<p>Ocorrência Nº: 12</p> <p>Descrição: Segurança desactivada da porta de bico</p> <p>Ação: Activar segurança</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Resp. Electricista</p> <p>Concluído 12-Set</p>	<p>Ocorrência Nº: 18</p> <p>Descrição: Porta da KM 350 B solta</p> <p>Ação: Ajustar fixações da porta</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Man. Mec.</p> <p>Concluído 16-Set</p>
<p>Ocorrência Nº: 7</p> <p>Descrição: Cilindro com pintura degradada por ser de degrau</p> <p>Ação: Colocar um degrau para facilitar a subida e descer para protecção</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Man. Mec.</p> <p>Concluído 09-Set</p>	<p>Ocorrência Nº: 13</p> <p>Descrição: Acilino danificado</p> <p>Ação: Substituir acilino</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: P. Ferraria</p> <p>Concluído</p>	<p>Ocorrência Nº: 19</p> <p>Descrição: Cabo do robot danificado e solto</p> <p>Ação: Substituir cabo</p> <p>Antes: </p> <p>Depois: </p> <p>Resp: Man. Robots</p> <p>Concluído 15-Set</p>

A ideia chave não é olhar para o TPM como um acréscimo de trabalho, mas sim como uma forma diferente de realizar o trabalho!!!

Anexo 5 – Exemplo de um *checklist* de inspeção inicial preenchido

		TPM - Manutenção Produtiva Total							
		Checklist de Inspeção inicial							
Data:	15 / 12 / 2011	Sem.	50						
Participantes:	C.Carvalho; M.Tavares; P.Fonseca; R.Peralta; Vilaça; Pedro; Fábio; Francisco; Salvador; Roberto								
Equipamento / Posto a ser Inspeccionado:	KM 1600 I								
Inspeção do Equipamento	Sim / Não	Nº das Ocorrências							
Pintura Degradada / Empenos	<input checked="" type="checkbox"/> S	1							
Fugas / Acessos de Óleo	<input checked="" type="checkbox"/> S	2	3						
Vibrações Excessivas	<input type="checkbox"/>								
Ruidos Excessivos / Fora do Normal	<input type="checkbox"/>								
Parafusos Desapertados (Tampas e Protecções)	<input checked="" type="checkbox"/> S	5							
Seguranças Desactivadas	<input checked="" type="checkbox"/> S	4	11	15	16	18	8		
Sujidade	<input checked="" type="checkbox"/> S	6	7	9	12				
Protecções Mecânicas Danificadas (Portas e Acrílicos)	<input checked="" type="checkbox"/> S	10	17	19	21	22			
Iluminação / Ventilação avariada ou ausente	<input type="checkbox"/>								
Inspeção do Posto de Trabalho	Sim / Não								
Área de Trabalho não Marcada	<input type="checkbox"/>								
Bancada de Trabalho Desorganizada	<input type="checkbox"/>								
Área de Trabalho Suja	<input type="checkbox"/>								
Área de Trabalho Desarrumada	<input checked="" type="checkbox"/> S	13	14	20					
Falta de Local Para Recepção de Material	<input type="checkbox"/>								
Falta de Local para Expedição de Material	<input type="checkbox"/>								
Total		22							
Obs: Documentar sempre com Fotografias									

Anexo 6 – Exemplo de uma folha de registo semanal do responsável de módulo

		Registo do Plano de Manutenção Autónoma - Controlo de Execução do Check-List																																Data: 5/Jan/2012			
Sem.		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36
Máquina	Assinatura Responsável:																																				
KM 1000 IV																																					
KM 1000 V																																					
EN 2000																																					
KM 1600 I																																					
KM 1600 III																																					

A verificação é feita pelo Resp. Módulo semanalmente junto de cada máquina.